



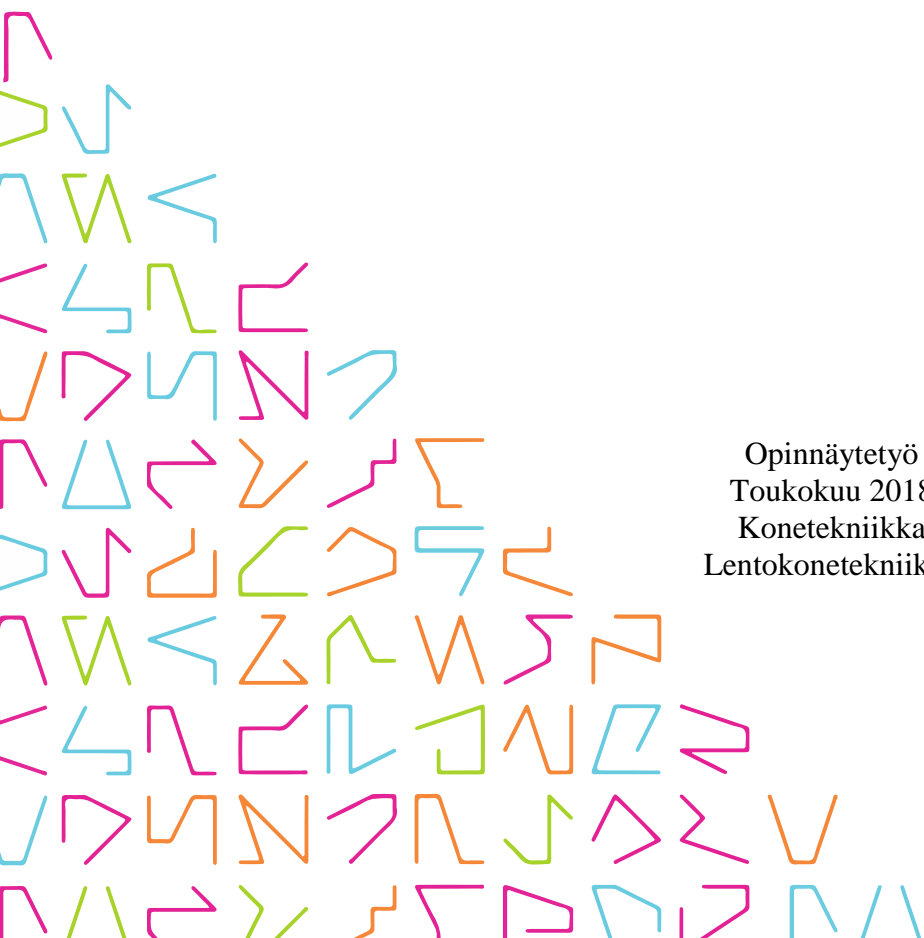
TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

SATAKUNNAN LENNOSTON LENTOTEKNISEN VARASTON UUELLEENORGANISOINTI

Lean-työkaluja soveltaen

Otto Nieminen

Opinnäytetyö
Toukokuu 2018
Konetekniikka
Lentokonetekniikka



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Konetekniikka
Lentokonetekniikka

NIEMINEN, OTTO:

Satakunnan lennoston lentoteknisen varaston uudelleenorganisointi
lean-työkaluja soveltaen

Opinnäytetyö 62 sivua, joista liitteitä 6 sivua
Toukokuu 2018

Opinnäytetyössä esitetään laaja kehittämissuunnitelma ja joitakin pohjapiirrosvaihtoehtoja Satakunnan lennoston lentoteknisen varaston uudistamista varten. Satakunnan lennoston lentoteknisen varaston organisointi ja kehittäminen toimivaksi varastoksi ja työympäristöksi on jäänyt pahasti jälkeen suurien organisaatiomuutosten alla, ja tästä syystä varaston järjestystä ja varastointiratkaisuja tuli miettiä uudelleen. Haastatteluissa saatujen tulosten lisäksi uudelleenorganisoinnissa otettiin yhdeksi teoriakehykseksi lean-ajatusmalli ja lean-toiminnan useat työkalut, joita voitiin helposti soveltaen käyttää myös tähän varastoon.

Opinnäytetyön konkreettisiksi tuloksiksi saatiin kolme eri pohjapiirrosvaihtoehtoa, joissa on yhdistetty varastohenkilökunnan miitteet ja toiveet sekä nykyaikainen lean-ajattelu, kuten hukan vähentäminen ja visuaalinen ohjaus. Näiden pohjapiirrosvaihtoehtojen pääasiallinen ero on muutosten radikaalius ja tarvittavat resurssit; ensimmäisen vaihtoehto oli kevyimmin toteutettava ja kolmas massiivinen rakennusprojekti. Ensimmäisessä vaihtoehdossa varaston tilaongelmaa pyrittiin nujertamaan pienentämällä hyödyllistä varastointitilaa vievää toimistoaluetta, jolloin saadaan enemmän lattiatilaa varsinaiselle nimikkeistölle ja pakkaamon alueelle. Toisessa vaihtoehdossa sama toimisto siirrettiin toiselle puolen varastohallia, jolloin hyllytilaa saatiin merkittävästi enemmän ja pakkaamon tila-
ahtaus saatiin minimoitua. Kolmannessa vaihtoehdossa varaston toiseen kerrokseen tehtiin lattialaajennus, jotta toinen kerros kattaisi lähes koko varaston laajuuden. Kaikkiin vaihtoehtoihin liittyi myös lukuisia pienempiä muutoksia, joilla esimerkiksi pyrittiin estämään toimintaympäristössä kriittisten inhimillisten erehdysten tapahtuminen, kuten hannonneiden lentokonelaitteiden hyllyjä siirrettiin sekaannusten ehkäisemiseksi.

Pohjapiirrosvaihtoehtojen lisäksi opinnäytetyöraportti itsessään toimii laajana kehityssuunnitelmana, jossa pohditaan esimerkiksi työturvallisuuden ja -ergonomian parantamista ja sen positiivisia vaikutuksia. Lisäksi pohditaan varastonimikkeistön kriittisyysluokittelun käyttöönottoa ja lentokonetyyppiäjoittelua, vaikka niiden konkreettinen ratkaisu ei kuulunut tähän opinnäytetyöhön.

Opinnäytetyön jatkoprojektina on muutosten käytännön toteutus normaalisti toimivassa varastossa. Tämä on mittava projekti ja vaatii suorittajakseen asiantuntijan.

Opinnäytetyö sisälsi osittain salassa pidettävää materiaalia, joten tuloksina esitetyt pohjapiirroksot ovat osittain sensuroituja eikä kaikkia yksityiskohtia esitetä tekstissä.

Asiasanat: lean, varasto, uudelleenorganisointi

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Mechanical Engineering
Aircraft Engineering

NIEMINEN, OTTO:

Re-organising of the aeronautical warehouse of Satakunta Air Command with the aid of Lean-tools

Bachelor's thesis 62 pages, appendices 6 pages

May 2018

This bachelor's thesis consists of an extensive development plan and several layouts for the reorganization of the aeronautical warehouse of Satakunta Air Command. Due to numerous organizational changes in the last few years, the warehouse in question has fallen behind in development and is no longer a modern, well-working warehouse and work environment. Therefore, the need arose to re-think the layout and the storage solutions used at the warehouse. In addition to data collected from interviews with the regular staff, the theoretical framework consisted of the Lean-paradigm and discussion of several Lean-tools.

The concrete results of this thesis are the three different ground plans, that were made based on a combination of the staff's thoughts and wishes and the modern Lean-principles, such as the minimizing of waste and use of visual control. The main difference between the three layouts is the level of changes and the need for resources; the first option involves the most lightweight change and the third is a massive project. In the first layout option the lack of floor space is tackled with the reduction of the floor space for the office area of the warehouse, giving more usable floor space for the actual nomenclature and the packing area of the warehouse. In the second option, more floor space is achieved by moving the entire office area to the corner of the warehouse, greatly adding to the floor space for both the nomenclature and the packing area. The third option consists of expansion of the second floor to cover nearly all the usable area of the building. All the options also include small improvements, such as moving of critical, broken-part shelves to more clear locations inside the warehouse to minimize the risk of human error. Such small improvements are especially critical in the aviation industry to improve air-safety.

In addition to the ground plans, the thesis report itself is an extensive development plan for the general condition of the warehouse. Topics such as work safety and ergonomics and their positive impacts are discussed. In addition, classification of warehouse nomenclature based on their criticality and sorting by aircraft type are discussed, yet their concrete application is not within the scope of this thesis.

As a follow-up to this thesis, the changes to the operating warehouse (proposed here) will be applied in practice. This is a massive project, and requires an expert for proper execution.

Confidential information was not included in the public version of this thesis.

Key words: lean, warehouse, reorganising

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	ORGANISAATIO.....	8
	2.1 Puolustusvoimat.....	8
	2.2 Ilmavoimat.....	8
	2.3 Satakunnan lennosto.....	9
3	LEAN.....	11
	3.1 Historia ja tausta.....	11
	3.2 Määritelmä ja sen vaikeus.....	12
	3.3 Toyota Production System.....	13
	3.4 Lean-työkalut.....	14
	3.4.1 Hukka.....	14
	3.4.2 5S.....	15
	3.4.3 Visuaalinen ohjaus.....	17
	3.4.4 PDCA-sykli.....	19
	3.4.5 Kaizen – jatkuva parantaminen.....	21
	3.4.6 Työntekijöiden luovuuden hyödyntäminen.....	22
4	VARASTOTOIMINTA.....	24
	4.1 Varastotyytit.....	24
	4.2 Varastotilat.....	25
	4.3 Varastoinnin yksikkökuormat.....	26
	4.4 Varastointivälineet.....	27
	4.4.1 Häkit.....	27
	4.4.2 Rullakot.....	28
	4.4.3 Laatikot.....	29
	4.4.4 Varastointiratkaisut pientavaravarastointiin.....	30
	4.4.5 Kuormien käsittelyvälineet.....	31
5	SATAKUNNAN LENNOSTON LENTOTEKNINEN VARASTO.....	35
	5.1 Lähtökohta.....	36
	5.2 Parannuskohteet, tavoitteet ja rajoittavat tekijät.....	37
6	LEAN-PROJEKTIN TULOKSET.....	39
	6.1 5S.....	39
	6.2 Visuaalinen ohjaus.....	41
	6.3 Yleiset parannustoimet.....	42
	6.4 Kriittisyystarkastelu.....	43
	6.5 Työturvallisuus.....	44
	6.6 Layout-ehdotukset.....	44

6.6.1	Lähtökohta.....	45
6.6.2	Vaihtoehto 1	46
6.6.3	Vaihtoehto 2	47
6.6.4	Vaihtoehto 3	49
6.7	Suunnitelman käytännön toteutus	49
7	KEHITYSTYÖ.....	52
8	POHDINTA.....	53
	LÄHTEET.....	55
	LIITTEET	57
	Liite 1. Konetyyppi- ja kriittisyysjaottelun periaatepohjapiirros	57
	Liite 2. Varaston layoutin lähtökohta	58
	Liite 3. Varaston layout-uudistus, vaihtoehto 1	60
	Liite 4. Varaston layout-uudistus, vaihtoehto 2	61
	Liite 5. Varaston layout-uudistus, vaihtoehto 3	62

1 JOHDANTO

Satakunnan lennoston lentotekniikkalaivueessa toimiva lentotekninen varasto on Satakunnan lennoston toiminnan kannalta elintärkeä yksikkö; ilman sitä lennostossa ei vaihdettaisi yhtäkään varaosaa tai laitetta lentävään kalustoon. Siksi on äärimmäisen tärkeää, että varaston toiminta on mahdollisimman jouheaa. Toiminnan jouheuden ollessa hyvällä tasolla, paranee myös työntekijöiden mielekkyys tehdä työtään, ja virheiden mahdollisuus pienenee – tällä on suora positiivinen vaikutus lentoturvallisuuteen.

Lentoteknisen varaston nykytila ei anna hyviä edellytyksiä jouhealle toiminnalle. Varaston pohjaratkaisu on jääne menneisyydestä, eikä vastaa nykyistä varastokantaa. Sama koskee yleistä varaston ilmettä ja kalustoa; varaston siisteys on huonolla tolalla, eikä anna varastosta hyvää kuvaa ulkopuolisille silmille, tai vaikuta positiivisesti työmoralaan tai -turvallisuuteen. Toimisto- ja pakkaamokalustus on vanhanaikaista, eikä vastaa nykyajan korkeita ergonomiavaatimuksia.

Parantamalla lentoteknisen varaston toimivuutta uudelleenorganisoimalla sen irtaimisto ja antamalla avaimet varaston kokonaisvaltaiseen uudistamiseen, saadaan varasto vastaamaan nykyisiä vaatimuksia. Varastosta saadaan hyvin toimiva ja mukava työympäristö. Valmius poikkeuksellista tyhjennystä varten paranee, kun nimikkeistölle on varattu tilaa nopeaa purkamista varten ja nimikkeistö on järjestetty siten, että tärkeimmät asiat saadaan varastosta ulos ensimmäisenä. Kehittämällä inhimillisiä erehdyksiä estäviä visuaalisia ohjauksia käytäviä järjestelmiä, varastotoiminnan normaalitoiminnan pyörittäminen voidaan poikkeustilanteessa luovuttaa väliaikaisesti myös kouluttamattomille henkilöille.

Työn teoreettisena viitekehystenä toimii lean ja erilaiset lean-työkalut, jotka ovat käytössä laajalti teollisuudessa nykypäivänä. Lisäksi erilaiset varastotoiminnan lainalaisuudet ja muu yleinen varastoteoria ohjaavat kaikkien varastojen toimintaa, ja ne on huomioitu myös tässä uudistuksessa. Nämä yhdessä henkilökunnan mielipiteiden kanssa johtavat tämän työn tuloksena syntyviin kehityssuunnitelmaan ja layout-vaihtoehtoihin, joilla lentotekniikkalaivueen lentotekninen varasto saadaan siltä vaaditulle korkean suorituskyvyn tasolle.

Tälle opinnäytetyölle on anottu tutkimuslupa Ilmavoimien esikunnasta, ja se on myönnetty asiakirjanumerolla CN11806.

2 ORGANISAATIO

2.1 Puolustusvoimat

Puolustusvoimat toimivat Suomen asevoimina, ja sen toimintaa säätelee laki puolustusvoimista. Laissa (Laki puolustusvoimista 11.5.2007/551) määritellään Puolustusvoimien tehtävät, joista tärkein Suomen sotilaallinen puolustaminen. Tämä kattaa valtion maa- ja vesialueen sekä ilmatilan valvomisen ja alueellisen koskemattomuuden turvaamisen. Lisäksi Puolustusvoimat ylläpitää yhteistyössä muiden viranomaisten kanssa Suomen yhteiskunnallista järjestystä ja turvallisuutta, ja tarjoaa sotilaskoulutusta sekä vapaaehtoista maanpuolustuskoulutusta. Lisäksi Puolustusvoimien tehtäviin kuuluvat velvollisuus osallistua kansainväliseen kriisinhallintaan ja kansainvälisen sotilaallisen avun antaminen.

Puolustusvoimat jakautuu kolmeen puolustushaaraan, jotka kaikki toimivat pääesikunnan alaisuudessa: maa-, ilma- ja merivoimiin. Nämä haarat jakautuvat edelleen omiksi joukko-osastoiksi, varuskunniksi, sotilaslaitoksiksi ja muiksi hallintoyksiköiksi. Hallinnollisesti puolustusvoimat toimii puolustusministeriön alaisuudessa. (Laki puolustusvoimista 11.5.2007/551.)

Vuonna 2015 Puolustusvoimissa oli henkilöstöä eli tehtäviä noin 12 000; näistä 8000 sotilashenkilökuntaa ja 4000 siviilitehtäviä. Puolustusvoimien sotilastehtävät ovat komentaja-, päällikkö- ja johtajatehtäviä sekä erilaisia asiantuntijatehtäviä. Lisäksi Puolustusvoimien merkittävän sodan-ajan kapasiteetin muodostavassa reservijoukoissa oli noin 230 000 henkilöä. (Pääesikunnan henkilöstöosasto 2015, 14, 20.)

2.2 Ilmavoimat

Tänä vuonna 2018 Suomen ilmavoimat viettää satavuotisjuhlavuottaan eräänä maailman vanhimmista yhtäjaksoisesti toimineista lentoaseen puolustushaaroista – Suomen ilmavoimille muodostivat pohjan kevättalvella 1918 Ruotsista Valkoisen armeijan käyttöön lahjoituksina tuodut lentokoneet. Varsinainen perustamisajankohta on tarkalleen ottaen 6. maaliskuuta, päivä jona ilmavoimat vastaanotti ensimmäisen Thulin typ D-tiedustelu-

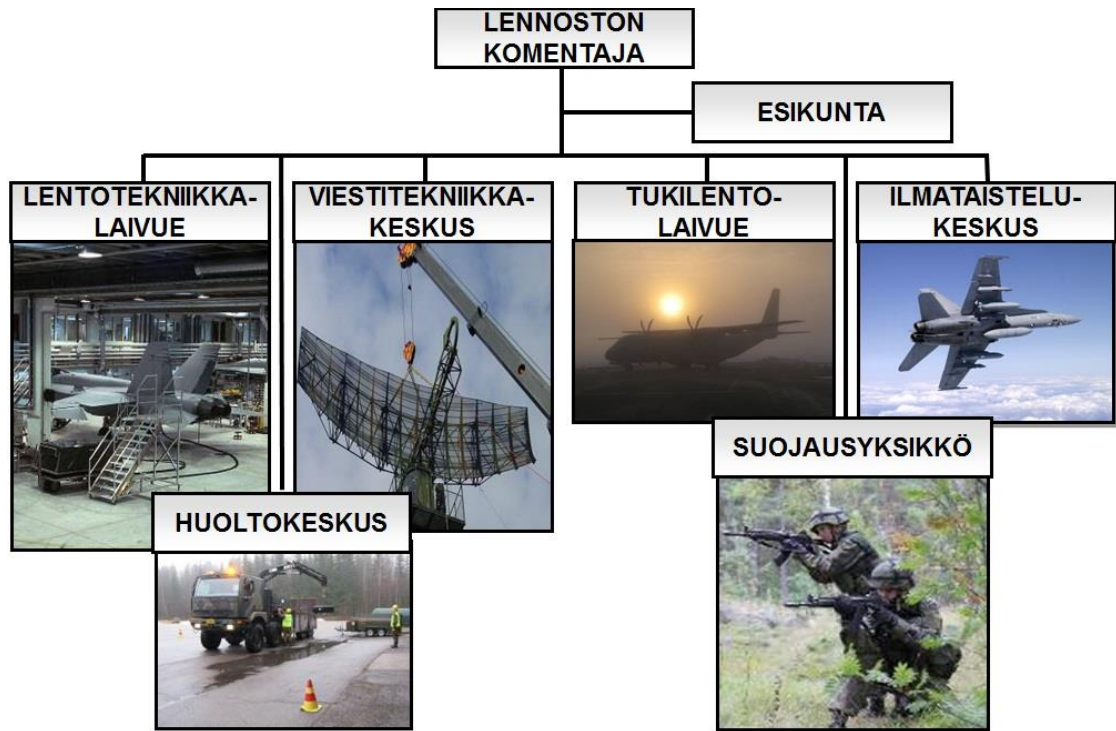
koneensa Vaasassa. Koneen lahjoitti ruotsalainen kreivi Eric von Rosen, jonka henkilökohtaisesta onnenmerkistä, sinisestä hakarististä, tuli ilmavoimien kansallisuustunnus vuoteen 1945 asti. Jo alusta lähtien ilmavoimille kehitettiin oma organisaationsa ja itsenäinen asema, joten monista muista maista poiketen Suomen ilmavoimia ei kehitetty ensin osana maa- tai merivoimien joukkoja. (Ilmavoimat 1 N.d.)

Rauhan aikana ilmavoimat suorittaa Suomen alueella alueellisen koskemattomuuden valvontaa (AKV), joka toimii perusteena alueellisen koskemattomuuden turvaamiselle (AKT). AKV-toiminnassa ilmavalvontatutkilla ja muulla sensoriteknikalla muodostetaan tilannekuva Suomen ja sen lähialueilta, jota käytetään pohjana mahdollisille AKT-operaatioille. AKT-operaatioita toteutetaan nykypäivänä pääsääntöisesti Boeing F/A-18 Hornet C/D-hävittäjillä, jotka voidaan tarvittaessa lähettää tunnistamaan Suomen ilmatilassa lentävä tunnistamaton maali. (Ilmavoimat 2 N.d.) Ilmavoimat tarjoaa lisäksi virka-apua muille viranomaisille ja osallistuu käskettyihin kriisinhallintatehtäviin (Puolustusvoimat 1 N.d.)

Kriisiaikana ilmavoimien päätehtävä on hävittäjätorjunta ja ilmapuolustuksen tulenkäytön johtaminen. Normaalioloissa ilmavoimien lentokalusto toimii ilmavoimien päätukikohdista: Lapin lennostosta Rovaniemeltä, Karjalan lennostosta Rissalasta, Satakunnan lennostosta Pirkkalasta ja Ilmasotakoulusta Tikkakoskelta. (Ilmavoimat 2 N.d.)

2.3 Satakunnan lennosto

Satakunnan lennosto toimii Ilmavoimien ja edelleen Puolustusvoimien alaisuudessa. Varsinaiseen Satakunnan lennostoon kuuluu kolme joukkoyksikköä: tukilentolaivue, ilmatistelukeskus ja lentotekniikkalaivue. Lisäksi organisaatioon kuuluu suojausyksikkö, viestitekniikkakeskus, huoltokeskus sekä esikunta. (Puolustusvoimat 2 N.d.) Organisaation rakenne on kuvattu alla kuviossa 1.



KUVIO 1. Satakunnan lennoston organisaatio (Satakunnan lennoston esittely 2015)

Lentotekniikkalaivue tuottaa Satakunnan Lennostossa lentoteknisiä kunnossapitopalveluita, kuten lentokaluston määräaikaishuoltoja, vikakorjauksia ja päivittäistarkastuksia koko lennoston lentävälle kalustolle. Lisäksi Lentotekniikkalaivueessa toimii ja se organisoii useita lentotoimintaan liittyviä tukeutumispalveluita. (Puolustusvoimat 2 N.d.)

3 LEAN

Lean on nykyään suosittu muotikäsite puhuttaessa teollisuudesta ja teollisuustaloudesta, mutta yksiselitteistä määritelmää leanille on mahdotonta antaa. Leanin lähes rajattomien sovelluskohteiden ja käsitteen laajuuden vuoksi sillä ei ole yleisesti hyväksyttyä määritelmää; leania voi olla esimerkiksi toimintafilosofia, toimintaperiaatteet, työskentelytapa tai työmenetelmä. Käsitteen laajuus riippuu käsiteltävästä abstraktiotasosta; tästä johtuen leania voidaan soveltaa lähes millä tahansa liiketalouden alalla. (Modig & Åhlström 2016, 84–85.)

3.1 Historia ja tausta

Leanin tausta on voimakkaasti japanilaisessa autoteollisuudessa ja erityisesti autovalmistaja Toyotassa. Toyota nousi maailmanlaajuisesti kiinnostuksen kohteeksi 80-luvulla, kun amerikkalaiset autonomistajat havahtuivat Toyota-merkkisten autojen poikkeukselliseen luotettavuuteen; ne kestivät pidempään kuin amerikkalaiset autot ja vaativat merkittävästi vähemmän korjausta. Lisäksi Toyotan autojen tuotekehitysprosessi oli nopea mutta luotettava, ja autot olivat vielä kaiken lisäksi myyntihinnaltaan kilpailukykyisiä. (Liker 2006, 3.) Miten ihmeessä tämä oli mahdollista?

Kun Toyota Motor Corporationia ja Japanin autoteollisuutta alettiin rakentaa uudelleen toisen maailmansodan jälkeen, vallitsi Japanissa valtava resurssipula. Puutetta oli lähes kaikesta autoteollisuuden käynnistämiseen tarvittavasta; maapinta-alasta, teknologiasta ja koneista, raaka-aineista ja taloudellisista resursseista. Tästä syystä Toyotan piti kehittää uusi tapa ajatella tehokkuutta; keskittyä virtaustehokkuuteen ja minimoida resurssien käyttö. Haluttiin valmistaa tuotetta, jonka asiakas halusi; lisäksi tuotanto alkoi vasta, kun asiakas oli tehnyt tilauksen. (Modig & Åhlström 2016, 71–72.) Tämän perusteella Toyotan piti siis tehdä erilaisia, asiakkaiden tarpeet tyydyttäviä, ajoneuvoja samalla kokoonpanolinjalla; tehdä jotakin, mikä on käytännössä mahdottomuus perinteisellä massatuotantolinjalla (Liker 2006, 7–8).

Toyota Motor Corporationin edustajien vieraillessa amerikkalaisten autonvalmistajien tehtailla yrityksen rakentamisen aikaan, heitä ihmetytti tuotantolinjan heikko virtaustehokkuus; varastot olivat valtavat ja tuotantolinjan päässä oli suuri määrä viallisia tuotteita. (Modig & Åhlström 2016, 70.) Tuotteita ja raaka-aineita siis seisoivat varastossa vailla tilauksia, ja laadunhallinta oli retuperällä. Toisin kuin Toyotalla, amerikkalaisilla valmistajilla kuten Fordilla ja GM:llä oli varaa nojautua massatuotantoon, tuottaen mahdollisimman paljon osia mahdollisimman halvalla (Liker 2006, 7). Joten ikään kuin olosuhteiden pakosta, panostamalla virtaustehokkuuteen ja täten parantamalla tehokkuuttaan, Toyota loi vallankumouksellisen tuotantojärjestelmän, joka toimi peruskivenä leanille.

Lean terminä esiteltiin ensimmäisiä kertoja 80-luvun lopulla John Krafcikin kirjoittamassa artikkelissa, jossa verrattiin ”amerikkalaistyylistä” ja ”japanilaistyylistä” tapaa rakentaa autoja; järeätä ja haurasta tuotantojärjestelmää. Krafcik murskasi artikkelissaan kauan vallalla olleen myytin siitä, että järeä tuotantojärjestelmä, suuret varastot ja huipputekniikka, olisivat avain hyvään tuottavuuteen. Sen sijaan, hänen mukaansa Toyotan tapa, hauras tuotantojärjestelmä pienine varastoineen yksinkertaisella tekniikalla, olisi aivan yhtä mahdollinen yhtälö hyvän tuottavuuden ja laadun aikaansaamiseksi. Hauras kuulosti Krafcikin mielestä liian negatiivissävyiseltä termiltä (englanniksi fragile), joten hän nimitti Toyotan järjestelmää leaniksi. (Modig & Åhlström 2016, 78–79.)

3.2 Määritelmä ja sen vaikeus

”Haluatko hedelmän, päärynän vai vihreän omenan?” kysyy Modig & Åhlström (2016, 88) puhuttaessa abstraktiotason merkityksestä koskien leanin määritelmää. Tämä on olennainen asia, sillä leanin määritelmän ongelmat liittyvät suurilta osin käsiteltävään abstraktiotasoon; lean voi olla kaikkea hedelmästä vihreisiin omeniin (Modig & Åhlström 2016, 89).

Leanin voi Modig & Åhlströmin (2016, 89) mukaan jaotella periaatteessa kolmeen eri abstraktiotasoon. Näistä ylin taso on ”hedelmän taso”; lean filosofiana, kulttuurina, arvoina ja niin edelleen. Seuraava taso on ”päärynän taso”; lean parannuskeinona, laatu- tai tuotantojärjestelmänä ja niin edelleen. Kaikista konkreettisimmin taso on ”vihreän omenan taso”, jossa leania käsitellään työkaluina tai menetelminä; esimerkiksi hukan poistamisena.

Kun puhutaan leanista tai yrityksen tekemisestä leaniksi, on tärkeää ymmärtää, ettei pelkkä alimman abstraktiotason työkalujen implementointi riitä. Organisaation tehokkuutta, etenkin yhden osa-alueen tai vaikkapa työpisteen tehokkuutta voi parantaa lean-työkalua soveltamalla; esimerkiksi poistamalla hukkaa siirtämällä turhat työkalut pois työpisteeltä. On kuitenkin ensiarvoisen tärkeää ymmärtää, että tämä ei paranna koko organisaatiota tai etenkään tee siitä leania. Useimmiten lean-matkan aloittaminen on kuitenkin luontevinta konkreettisia työkaluja soveltaen, ”vihreän omenan” tasolta; leanin syvällinen ymmärtäminen vaatii paljon aikaa ja on erittäin abstraktia. Tällöin on kuitenkin tärkeää pitää mielessä leanin syvällisemmät tausta-ajatukset ja korkeammat abstraktiotasot, jos tavoitteena on tehdä koko organisaatiosta lean. (Modig & Åhlström 2016, 90–91.)

3.3 Toyota Production System

Toyota Production System, TPS, Toyotan tuotantojärjestelmä tai ”Toyotan tapa” on Toyotan sisäinen tuotantofilosofia, jota yhtiö on hionut täydellisyyteensä lähes viimeiset sata vuotta. Länsimaissa TPS on tätä nykyä tunnettu käsite, mutta Japanissa sillä on vielä vankempi jalansija. TPS sai alkunsa 80-luvun lopulla, kun länsimaiset tutkijat alkoivat kiinnostua Toyotasta. He antoivat Toyotan tuotantojärjestelmää tutkiessaan järjestelmälle nimen lean; TPS ja lean siis liittyvät toisiinsa, vaikkakin on tärkeää pitää mielessä niiden olevan kaksi eri käsitettä. (Modig & Åhlström 2016, 77.)

Sen sijaan siis, että TPS:n voisi ajatella olevan lean ja leanin TPS, TPS on itseasiassa ikään kuin leanin pohja. Leania ovat erilaiset työkalut ja periaatteet, mutta TPS tarkoittaa näiden työkalujen lisäksi organisaation kokonaisvaltaista sitoutumista päivittäisiin operaatioihin ja jatkuvaan parantamiseen. Kun yritykset keskittyvät liikaa pelkkiin työkaluihin, unohtaen leanin pohjana olevan TPS:n, heidän lean-tuotantonsa toteutus on vain pin-tapuolinen. (Liker 2006, 7.)

Toyota Production Systemin, TPS:n, täydellisen ja kokonaisvaltaisen käyttöönoton voisi ajatella olevan jonkinlainen lopullinen tavoite, jos yrityksestä on tarkoitus tehdä lean. TPS on siis leanin soveltamista koko organisaation laajuisesti, ylimmästä johdosta lähtien. (Liker 2006, 7.)

3.4 Lean-työkalut

Kuten edellä painotettiin, leanin kanssa on tärkeää käsittää sen kokonaisvaltaisuus yrityksessä. Tässä osiossa käsitellään erilaisia opinnäytetyön kannalta olennaisia lean-työkaluja, jotka ovat konkreettinen lähtökohta yrityksen lähtiessä kohti leanimpaa tulevaisuutta.

3.4.1 Hukka

Kuten perinteinen yritys lähtiessään soveltamaan leania omaan organisaatioonsa, luontevinta leaniin perehtyessämme on käsitellä ensin alinta abstraktiotasoa ja lähteä liikkeelle konkreettisista asioista. Eräs leanin ja TPS:n olennaisimmista asioista on hukka ja sen eliminointi; lisäarvoa tuottamattomien asioiden karsiminen minimiin (Keeler 2006, 27–28). Yllättävää saattaa olla se, että Keelerin (2006, 87) mukaan ”Useimmissa prosesseissa on 90% hukkaa ja 10% lisäarvoa tuottavaa työtä.”

Toyota on tunnistanut seitsemän hukkatyyppiä, joita voi kätevästi soveltaa myös tuotantolinjan ulkopuolelle; ne toimivat yhtä hyvin tuotekehitysprosessissa, tilausten vastaanottamisessa tai toimistossa. Keeler (2006, 28–29) on lisännyt kirjaansa myös kahdeksannen hukkatyyppin, jota voi myös tässä tapauksessa soveltaa hyvin.

Hukkatyyppit Keelerin mukaan (2006, 28–29) ovat

1. **Ylituotanto.** Tilaamattomien osien valmistaminen; tämä aiheuttaa tarpeettomia henkilöstökustannuksia ja logistisia kustannuksia turhan varastoinnin vuoksi.
2. **Odottelu.** Työntekijät joutuvat odottelemaan: esimerkiksi automatisoitua konetta, seuraavaa käsittelyvaihetta, työkalua, toimitusta, komponenttia ja niin edelleen. Tämä voi olla seurausta varaston loppumisesta, käsittelyviiveistä, välineistön sammuttamisesta tai kapasiteetin pullonkauloista.

3. **Tarpeeton kuljettelu.** Keskeneräisen työn kuljettaminen pitkiä matkoja, tehottoman kuljetuksen luominen tai resurssien siirtely varastoon, varastosta tai prosessista toiseen.
4. **Ylikäsittely tai virheellinen käsittely.** Tarpeettomien vaiheiden suorittaminen osien käsittelyssä. Tehoton käsittely kehnon työkalun tai tuotesuunnittelun vuoksi, minkä johdosta tuotteeseen aiheutuu laatuvirheitä tai tarpeetonta kuljettelua. Hukkaa on myös se, jos tuotetaan laadukkaampia tuotteita kuin on välttämätöntä.
5. **Tarpeettomat varastot.** Liikaa raakamateriaalia, keskeneräisiä tai valmiita tuotteita. Tästä seuraa pidempiä läpimenoaikoja, vanhentuneisuutta, vahingoittuneita hyödykkeitä, logistisia kustannuksia ja viivettä. Lisäksi ylimitoitettut varastot ”kätkevät” tuotannon ongelmia, kuten tuotannon epätasapainoisuutta, myöhästyneitä toimituksia alihankkijoilta, vikoja, välineistön alasajoista aiheutuneita viiveitä ja pitkiä asetusaikoja.
6. **Tarpeeton liikkuminen.** Kaikki turha liike, mitä työntekijöiden täytyy suorittaa työn aikana. Esimerkiksi osien tai työkalujen etsiminen, kurkottelu ja pinoaminen; myös kävely on hukkaa.
7. **Viat.** Viallisten osien tuottaminen tai korjaaminen. Tästä seuraava korjaaminen tai uudelleentyöstäminen, pois heittäminen, täydennysosan tuottaminen ja tarkastus tuottavat kaikki tarpeetonta käsittelyä, hukattua aikaa ja sinällään turhaa työtä.
8. **Työntekijän luovuuden käyttämättä jättäminen.** Ajan, ideoiden, taitojen, parannusten ja oppimismahdollisuuksien hukkaaminen, kun työntekijöitä ei sitouteta tai kuunnella.

3.4.2 5S

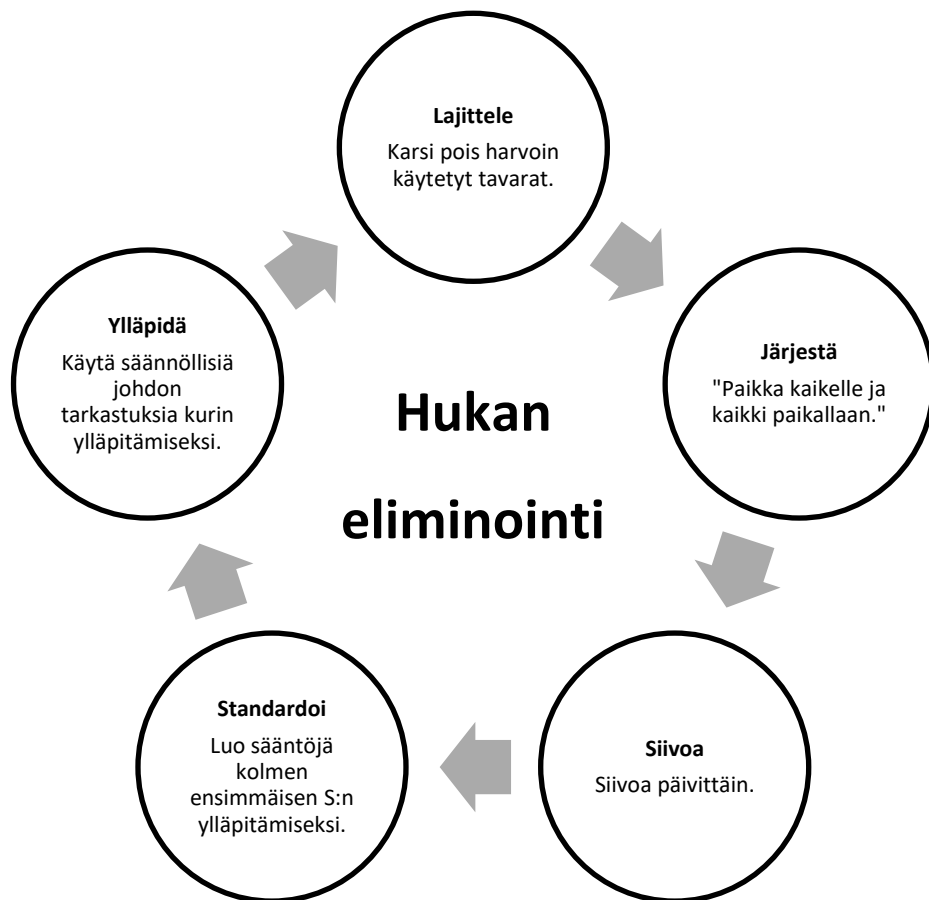
5S tarkoittaa yksinkertaisuudessaan joukkoa toimintoja, jolla pyritään ehkäisemään edellä lueteltuja hukkia; asioita, joista aiheutuu virheitä, vikoja ja vahinkoja työpaikalla.

Nimensä 5S saa viidestä japaninkielisestä sanasta, joilla 5S-prosessin toimintoja kuvataan. Alla on avattuna nämä toiminnot, ja mitä ne tarkoittavat konkreettisesti. (Keeler 2006, 148, 150–151.)

1. **S: *Seiri* = lajittele;** Käy tavarat läpi, ja säilytä vain se mitä tarvitaan ja heitä pois se, mitä ei tarvita. Käy läpi mitä tarvitaan päivittäin lisäarvoa tuottavan työn suorittamiseksi, ja mitä käytetään vain harvoin tai ei koskaan. Merkitse harvoin käytetyt esineet punaisilla lapuilla ja siirrä ne työskentelyalueen ulkopuolelle. Pois vietävät tavarat voidaan viedä omalle selkeästi merkitylle alueelleen ("red tag area"), jossa tavaroiden omistajat voivat miettiä mitä tavaroille tehdään (Graphic Products N.d.).
2. **S: *Seiton* = järjestä;** Luo pysyvät paikat jokaiselle osalle tai työkalulle. Luo näille järjestys, joka on looginen riippuen siitä, kuinka paljon työntekijä kyseistäkin työkalua tarvitsee. Työntekijän pitäisi löytää välittömästi jokainen usein käytetty osa tai työkalu. "Paikka kaikelle ja kaikki paikallaan".
3. **S: *Seiso* = puhdist;** Siivoa ja huolehdi, että kaikki pysyy puhtaana joka päivä. Tämä toimii tarkastuksen muotona, joka paljastaa epänormaalit asiat ja puutteet, jotka voisivat vahingoittaa laatua tai aiheuttaa koneeseen vian.
4. **S: *Seiketsu* = standardoi;** Kehitä järjestelmiä ja toimintaohjeita ylläpitääksesi ja valvoaksesi kolme ensimmäistä S:ää; tämä S siis tukee kolme ensimmäistä toimintoa. Avainasia standardoinnissa on löytää tasapaino sen välille, että annetaan työntekijöille tiukkoja toimintaohjeita mutta annetaan silti vapaus innovoida ja olla luova.
5. **S: *Shitsuke* = ylläpidä;** Kurinalainen ylläpito pitää 5S:n hyödyt voimassa tekemällä oikeiden toimintatapojen noudattamisesta tavan. Tämä on tiimivetoinen jatkuvan parantamisen prosessi, jossa johtajilla on olennainen rooli 5S:n toteuttamisen tukemiseksi. Hyvissä 5S-ohjelmissa suoritetaan tarkastuksia säännöllisesti (esimerkiksi kuukausittain) johtajien toimesta, joissa noudatetaan standardia tarkastusmuotoa, ja paras tiimi saatetaan palkita symbolisesti. Eräässä esimerkkitapauksessa paras tiimi palkittiin kultaisella luudalla, joka vaihtoi haltijaa, kun jostain toisesta tiimistä tuli

parempi. Kun lean-parannusprosessi edistyy yrityksessä, työtiimit voivat alkaa tarkastamaan oman alueensa viikko- tai päivätasolla ja johtajat tekevät tarkastuksia satunnaisesti.

5S on kaikista konkreettisimmalla tasolla jatkuvan parantamisen prosessi, joka jatkuu loppumattomana syklinä. Näin työympäristö saadaan pidettyä aina tehokkaana ja mukavana paikkana tehdä töitä. (Keeler 2006, 150.) Tätä prosessia on havainnollistettu kuviossa 2; kuten kuvioista näkyy, myös tämän toiminnan keskiössä on hukan eliminointi.



KUVIO 2. Viiden S:n jatkuvan parantamisen prosessi (Keeler 2006, 151, muokattu)

3.4.3 Visuaalinen ohjaus

Visuaalisen ohjauksen tarkoitus on kertoa yhdellä silmäyksellä, kuinka työ pitäisi tehdä ja poikkeako se standardista. Se saattaa esimerkiksi näyttää minne tavarat kuuluvat, kuinka monta tavaraa sinne kuuluu, millainen on jonkun tehtävän standardinmukainen

toteutustapa, prosessin aikaisen työn tilan ja monia muita tietoja jotka ovat olennaisia työtehtävien etenemiselle. Abstraktimmalla tasolla visuaalinen ohjaus tarkoittaa kaiken tyyppistä informaatiota, jolla varmistetaan operaation ja prosessien nopea ja asianmukainen suoritus. Hyviä esimerkkejä visuaalisesta ohjauksesta jokapäiväisessä elämässä ovat esimerkiksi liikennevalot tai liikennemerkit; liikennevaloissa kyse on elämästä ja kuolemasta, joten ne ovat yleensä hyvin suunniteltuja visuaalisia ohjaimia. Hyvät liikennemerkit taas eivät edellytä niihin perehtymistä; niiden merkitys on selvä ensivilkaisulta. (Keeler 2006, 152.)

Toyotan tuotantojärjestelmässä, TPS:ssä, visuaaliset ohjaimet sulautuvat lisäarvoa tuottavan työn prosessiin. Tämä tarkoittaa käytännössä, että on mahdollista vilkaista prosessia, välinettä, varastoa, informaatiota tai työntekijää, ja nähdä välittömästi noudatetaanko suorituksessa standardia vai ei; onko työkalu oikeassa paikassa, tai onko työpisteellä oleva näkyvällä kortilla merkattu laatikko täynnä odottamassa kuljetusta seuraavaan paikkaan (eli aiheuttamassa hukkaa) vai ei. (Keeler 2006, 152.)

Käytännön esimerkkejä visuaalisesta ohjauksesta on esimerkiksi työpisteellä käytettävät haamutyökalutaulut. Niissä jokaisen työkalun ääri viivat on hahmoteltu tauluun työkalun oikealle paikalle; esimerkiksi vasaran haamu osoittaa vasaran paikan, joten sen puuttuminen on helppo huomata. Haamuvisualisointia voi myös hyödyntää vaikkapa pumppukärrien (kuva 1) tai muiden työtilan lattialla liikuteltavien laitteiden ääri viivojen merkitsemisellä niiden asianmukaiselle varastointipaikalle. Toimistoympäristössä päivittäistä projektitoimintaa voi ohjata visuaalisesti selkeillä, hyvin suunnitelluilla ja päivittäin hoidettavilla taulukoilla ja kaavioilla. (Keeler 2006, 152.)

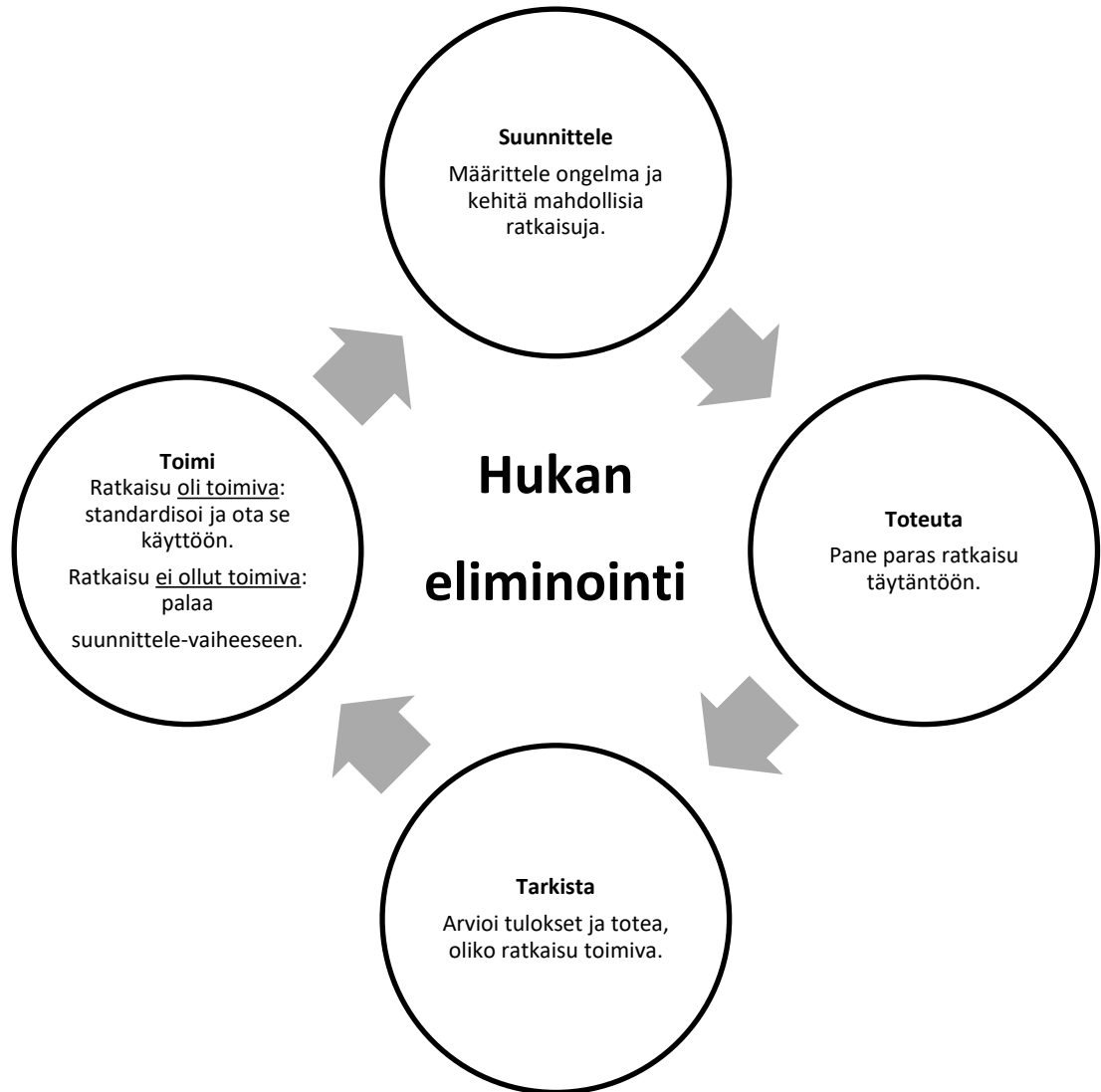


KUVA 1. Esimerkki haamuvisualisoinnista: pumppukärkyjen säilytyspaikka lattialla (Grycuk 2007)

3.4.4 PDCA-sykli

Demingin ympyräksi tai PDCA -sykliksi, eli Plan-Do-Check-Act -sykliksi (Suunnittele-Tee-Tarkasta-Toimi -sykli), nimitetty kuvio on amerikkalaisen laatupioneerin W. Edwards Demingin kehittämä systemaattinen lähestymistapa ongelmanratkaisuun, ja eräs jatkuvan parantamisen kulmakivistä (Keeler 2006, 23). PDCA -sykli on eräänlainen oppimissykli, jossa tietyn tavoitteen saavuttamiseksi tehdään aina samat asiat; suunnitellaan, tämän pohjalta toteutetaan, tarkistetaan toteutuksen tulos, ja lopputuloksena (tai prosessin tavoitteena, toimena) on toimiva loppuratkaisu.

PDCA -sykliä käytetään yleisesti melko yksinkertaisiin työprosesseihin, joista yhtenä esimerkkinä alla kuviossa 3 on PDCA:n soveltaminen jatkuvan virtauksen luomiseen, Toyotan tuotantojärjestelmän perustavanlaatuisen tavoitteeseen. Kuvioista voidaan nähdä, miten PDCA -sykli liittyy yksiosaisen virtauksen luomiseen, ongelmien esiin tuomiseen, vastatoimenpiteiden kehittämiseen ja tulosten arviointiin. (Keeler 2006, 263.)



KUVIO 3. PDCA-sykli (Keeler 2006, 264, muokattu; Bradbury N.d., muokattu)

PDCA:ta käytetään siis yleisesti spesifisten prosessien parantamiseen, mutta kirjassaan Keeler (2006, 264–265) esittää siitä myös yleistetyn version, jota voidaan käyttää koko organisaation laajuisesti. Tämän ympyrän kehät ulottuvat aina yksittäisistä projekteista ryhmään ja yritykseen, ja lopulta yritysten väliseen toimintaan. Kaikilla näillä tasoilla tavoitteeseen voidaan päästä ja kehittymistä jatkaa samanlaisten Suunnittele-Toteuta-Tarkista-Toimi –sykliä kautta.

3.4.5 Kaizen – jatkuva parantaminen

Kaizen liittyy olennaisesti PDCA-sykliin, PDCA-syklin ollessa itseasiassa eräs tapa toteuttaa kaizenia.

Kaizen on japania, ja tarkoittaa ”jatkuvien parannusten tekemistä, olivatpa ne kuinka pieniä tahansa, ja kaiken lisäarvoa tuottamattoman hukan eliminointia.” (Keeler 2006, 23.) Kaizen-ajattelu eroaa radikaalisti ”länsimaisesta” tavasta toimia, jossa usein huomio kohdennetaan läpimurtoinnovaatioihin; kaizen sen sijaan panostaa vähän kerrallaan etenevään kehitykseen, jossa muutokset voivat olla hyvinkin pieniä ja vaiheittaisia. (Keeler 2006, 26.)

Kaizenin idea on velvoittaa kaikkia työntekijöitä – toimitusjohtajasta tuotantotyöntekijään – osallistumaan jatkuvan parantamisen sykliin tekemällä parannusehdotuksia. Kaikki organisaation työntekijät tarkkailevat ongelmakohtia päivittäisessä työssään ja tekevät parannusehdotuksia. Ehdotuksien tekemisestä pitää tehdä aina myönteinen asia, eikä minkäänlaisista ehdotuksista, positiivisista tai negatiivisista, tulisi seurata huonoja seuraamuksia ehdotuksen tekijälle. Sen sijaan, ehdotuksista tulisi palkita. Lisäksi kaizenin kautta työntekijät tuntevat itsensä itsevarmemmiksi ja todellisesti osaksi yritystä. (Bradbury N.d.)

Kaizenin hyvän toimivuuden takaamiseksi eräs olennaisimmista asioista on tarjota työntekijöille toimiva kanava parannusehdotuksia tekemiselle. Yksi esimerkki tällaisesta on kaizen-taulu (kuva 2), johon työntekijät voivat kiinnittää parannusehdotuksiaan. Kaizen-taulun avulla työntekijät voivat tehdä helposti parannusehdotuksia, seurata niiden etenemistä ja nähdä konkreettisesti joka ehdotuksen positiiviset seuraukset. (Bradbury N.d.)



KUVA 2. Kaizen-taulu (Bradbury N.d.)

Keeler kertoo kirjassaan (2006, 23) kaizenista hieman korkeammalla abstraktiotasolla; hänen mukaansa kyse on kokonaisesta filosofiasta; filosofiasta, joka tavoittelee täydellisyyttä ja ylläpitää TPS:ää päivittäin. Eräitä kaizen-toimia Keelerin mukaan (2006, 23) ovat esimerkiksi:

- Opettaa yksilöille taitoja
 - Toimia tehokkaasti ryhmissä.
 - Ratkaista ongelmia.
 - Dokumentoida ja parantaa prosesseja.
 - Koota ja analysoida tietoja.
- Opettaa itseohjautuvaa johtamista vertaisryhmässä (työskentelyä tiimeissä). Tähän liittyy päätöksien tai ehdotuksien tekemisen ”työntäminen” alas tuotannon työntekijöille. Tällöin työntekijöiden, eli päätöksen kanssa läheisimmin tekemisissä olevien, on keskusteltava aiheesta avoimesti ja ryhmän oltava yksimielinen asiasta ennen päätöksen toteuttamista.

3.4.6 Työntekijöiden luovuuden hyödyntäminen

Työntekijöiden luovuuden käyttämättä jättäminen oli myös eräs Keelerin (2006, 29) mainitsemista hukkatyypeistä; se oli itseasiassa kirjan kirjoittajan Toyotan perinteisiin hukkatyyppihin lisäämä hukkatyyppi, jota ei tyypillisesti Toyotan perinteisestä hukkatyyppien listauksesta löydy.

Tämä lean-työkalu liittyy myös olennaisesti edelliseen kohtaan, kaizeniin eli jatkuvaan parantamiseen. Työntekijöiden hyödyntäminen ongelmanratkaisijoina ja parannusehdotuksien tekijöinä on ollut aina osa Toyotan filosofiaa ja TPS:ää. (Keeler 2006, 13.)

Käytännössä tämä ilmenee Toyotan organisaatiossa siten, että Toyota haastaa työntekijöitensä kaikilla tasoilla, tuotannosta johtoportaan, käyttämään aktiivisesti aloitteen ja luovuutta kokeillakseen ja oppiakseen. Työntekijöitä kehoitetaan parantamaan prosesseja ja kannustetaan etsimään innovatiivisia tapoja täyttää asiakkaan tarpeet. Tällä tavalla esimerkiksi yksitoikkoiselta kuulostavasta tuotantolinjatyöstä saadaan työntekijöitä henkisestikin haastavaa työtä. Tämä asia pidetään myös mielessä Toyotalla rekrytointiprosessissa: Toyota valitsee työntekijänsä huolellisen valintaprosessin kautta, ja töihin pääsevät vain parhaat ja älykkäimmät yksilöt. (Keeler 2006, 13.)

Tämän tyyppinen toimintatapa tekee Toyotasta aidosti oppivan organisaation, sillä jatkuvaa kehitystä tehdään kaikilla organisaation tasoilla. Toyotalla tällainen toimintaperiaate on ollut käytössä jo lähes vuosisadan ajan. (Keeler 2006, 13.)

4 VARASTOTOIMINTA

Varastointi on olennainen osa logistiikkaa, ja yhtä tärkeä osa logistista prosessia kuin kuljetukset itsessään. Kuljetukset alkavat ja päättyvät useimmiten varastoon; fyysisesti kuljetukset sitovat varastoon esimerkiksi tavaroiden pakkaaminen, osoittaminen, tavaroiden vastaanotto tarkastuksineen ja kuljetusasiakirjat. Varastotoiminnan helpottamiseksi ja yhteisen kielen löytämiseksi varastotoiminnan monien osapuolien kesken, on varastotoiminnassa myös useita standardeja, joita seuraavaksi avataan. (Karhunen ym. 2008, 302.)

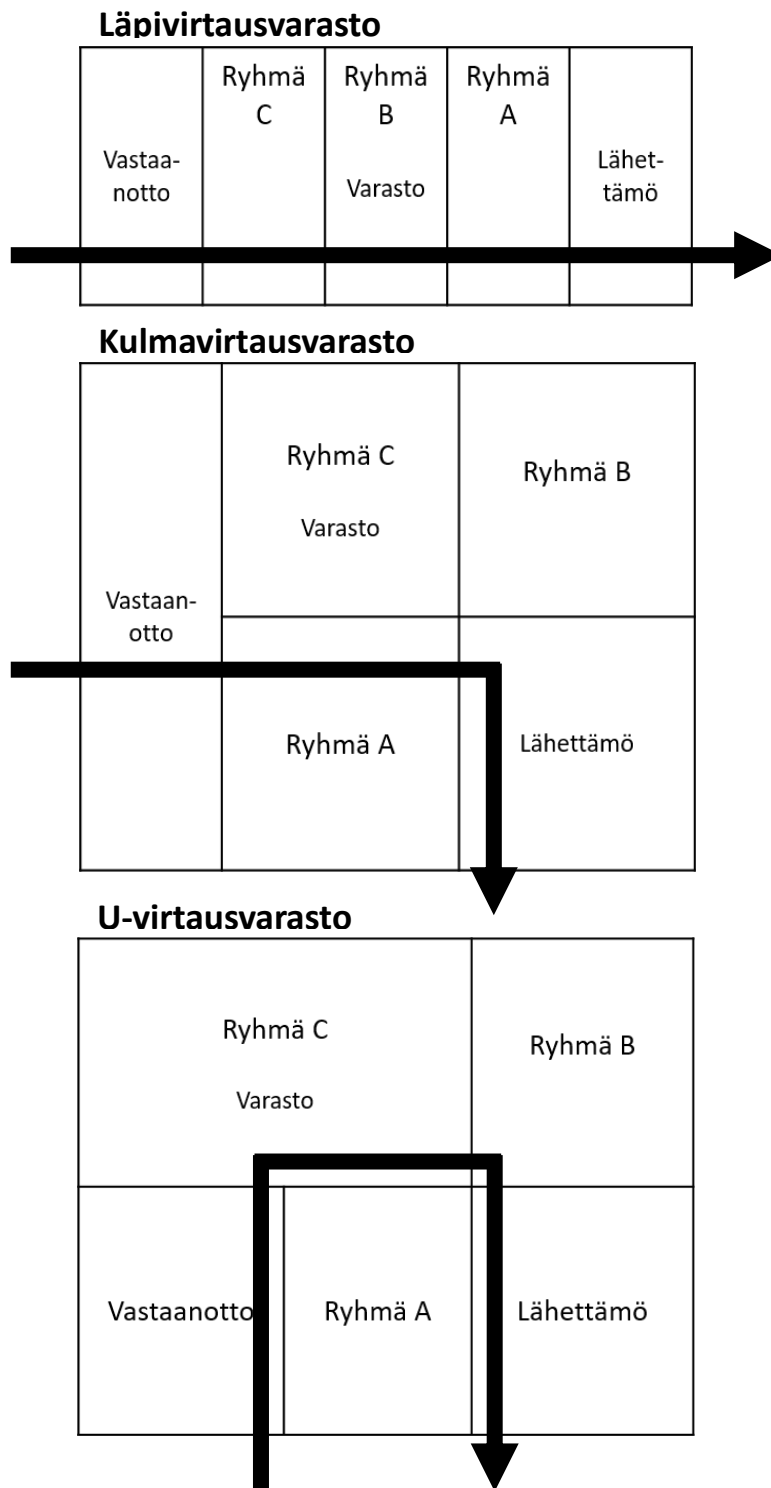
4.1 Varastotyypit

Varastoilla on liiketoiminnassa olennainen merkitys asiakaspalvelun sujuvoittamiseksi ja normaalin tuotantotoiminnan pyörimisen takaamiseksi. Joitakin varastotyyppisiä ovat esimerkiksi raaka-aine ja tarvikevarastot, välivarastot, käyttöainevarastot, varaosavarastot ja jäteaineiden varastot. (Karhunen ym. 2008, 302, 303.) Tämän työn kohteena olevassa varastossa on pääasiallisesti varaosavarastotiloja, joskin organisaation varastotoimintaan liittyy myös käyttöaine-, polttoaine- ja jäteainevarastoja.

Tulosperusteisessa liiketoiminnassa varastoilla on suuri merkitys ja niiden optimointi on merkittävä osa liiketoiminnan pullonkaulojen vähentämisestä. Satakunnan lennoston toiminta poikkeaa tästä, sillä tällä ”yrityksellä” tavoitteena ei ole taloudellinen menestys, vaan maanpuolustuksen takaaminen ja siihen liittyvän toiminnan pyörittäminen. Myös tällaisessa organisaatiossa on kuitenkin syytä pitää silmällä varastoja ja miettiä niiden sisältämien nimikkeiden määrää, sillä Karhusen, Pourin ja Santalan (2008, 304) mukaan jokaisen yrityksen on päätettävä siitä, mitä raaka-aineita ja tavaroita sen on hyvä varastoida minäkin aikana ja kuinka paljon.

4.2 Varastotilat

Varaston tilojen järjestely ja täten tavaran virtaussuunta riippuu pitkälti siitä, millaiselle tontille varasto ollaan rakentamassa. Varaston päävirtaussuunnat ovat läpivirtaus, kulmavirtaus tai U-virtaus, jotka on esitelty alla kuviossa 4. Kuviossa tavararyhmän perässä oleva kirjain tarkoittaa tavaran ottotiheyttä, A:n ollessa suurin ottotiheys ja C:n pienin. Suuri musta nuoli kuvastaa tavaran virtaussuuntaa. (Karhunen ym. 2008, 376–377) Varastossa tiheimmän ottotiheyden tavara sijoitetaan siis tyypillisesti lähelle lähettämöä.



KUVIO 4. Varastotyypit ja ottotiheydet (Karhunen ym. 2008, 377.)

4.3 Varastoinnin yksikkökuormat

Yksikkökuormat on otettu käyttöön varastotoiminnassa koska ne nopeuttavat ja sujuvoittavat kuljetustoimintaa huomattavasti. Yksikkökuormat tarkoittavat standardimitoitettuja

lavoja ja pakkauksia, joiden perusteella mitoitetaan monia varastointiin ja kuljetukseen liittyviä asioita. Tällaisia asioita ovat esimerkiksi kuormalavojen ja -konttien mitat ja varastojen mitat; käytävien, pakkaamojen, lähettämöjen ja vastaanottoalueiden mitat, jotta standardikokoisia lähetyksiä mahdollista käsittelemään. (Karhunen ym. 2008, 307–309.)

ISO-standardoitujen pakkauksien mitat lähtevät peruskoosta, josta voidaan laskea helposti suuremmat ja pienemmät pakkausmitat joko kertomalla tai jakamalla kahdella peruskoon pisin mitta tai siitä lasketut pienemmät tai suuremmat mitat. ISO-standardin mukaisen pakkauksen peruskoko on leveydeltään 400 mm ja pituudeltaan 600 mm; tästä seuraavaksi pienempi pakkaus on siis 400 · 300 mm, sitä seuraava 300 · 200 mm ja niin edelleen. Peruskokoa suuremmat pakkaukset ovat siis 800 · 600 mm ja 1200 · 800 mm. (Karhunen ym. 2008, 307.)

Näitä standardipakkauksia kasataan standardoiduille kuormalavoille. Yleisimmin Suomen alueella on käytössä niin sanottu FIN-lava, jonka mitat ovat 1000 · 1200 mm, tai EUR-lava, jonka vastaavat mitat ovat 800 · 1200 mm. Nämä lavat on mitoitettu siten, että niille mahtuu standardikokoisia pakkauksia siten, etteivät pakkaukset ylitä lavan reunoja; tällöin lähetykset pysyvät ehjinä käsittelyssä ja kuljetuksissa. Lavoja varten tehdyt kuormatilat kuljetusajoneuvoissa taas on mitoitettu siten, että käytettäessä standardilavoja kuormatiloihin jää mahdollisimman vähän hukkatilaa. (Karhunen ym. 2008, 307, 308.)

Yleisesti ottaen varastot mitoitetaan niin sanottua lyhytsivukäsittelyä varten. Lyhytsivukäsittely tarkoittaa lavakuorman käsittelyä siten, että se sijoitetaan hyllyyn pitkä sivu syvyysuuntaan ja lyhyt sivu käytävälle päin. Tällaisessa käsittelyssä esimerkiksi 3450 mm leveään hyllystöön saadaan joko neljä EUR-lavaa tai kolme FIN-lavaa. (Karhunen ym. 310.)

4.4 Varastointivälineet

4.4.1 Häkit

Teräsrakenteiset häkit (kuva 3) ovat varsinkin raskaan tavaran varastointiin ja käsittelyyn sopivia varastointivälineitä. Häkki asennetaan yleensä osaksi EUR-kokoista standardilavaa, ja sen sisäkorkeus on esimerkiksi 740 mm. Tyhjänä kuljettamista ja varastointia

varten häkin seinät voidaan yleensä kääntää sisään, ja osa häkin sivuista voidaan taittaa puolivälistä alas keräilyn helpottamiseksi tietyissä tapauksissa. (Karhunen ym. 2008, 314.)



KUVA 3. Lavahäkki (Etra 2018.)

4.4.2 Rullakot

Rullakko on käytännössä pyörille asennettu, mitoiltaan EUR-lavaa lähellä oleva lava, joka on varustettu putkesta ja teräslangasta kootuilla sivuseinillä. Rullakoissa voi olla taittuva pohja, ja niihin tyypillisesti on asennettavissa välitasoja (kuva 4). Rullakko on kehitelty, jotta saadaan kätevästi omilla pyörillään liikkuva tavarayksikkö, joka voidaan sellaisenaan siirtää esimerkiksi varastosta myymälään. Rullakko onkin helposti liikuteltavissa ahtaissa ja sokkeloisissa tiloissa, sillä siinä tyypillisesti on 360 astetta kääntyvät pyörät.



KUVA 4. Rullakko (TJ-Ferrum 2016.)

4.4.3 Laatikot

Muovista valmistettuja, standardikokoisiin yksikkökuormiin tasan meneviä, laatikoita käytetään usein monenlaisten tavaroiden varastointiin ja kuljetuksiin, sillä ne sopivat hyvin hyllyille ja kuormalavoille. Laatikoita voidaan varastoissa pinota päällekkäin ja tyhjillään kasata sisäkkäin tilan säästämiseksi. Muovisten laatikkojen koko- ja ominaisuusjakauma on erittäin laaja, joten lähes joka sovellukseen löytyy sopiva laatikko. (Karhunen ym. 2008, 317.)

4.4.4 Varastointiratkaisut pientavaravarastointiin

Pientavarahyllyt rakennetaan perinteisesti kuvan 5 mukaisista modulaarisista pientavarahyllyistä, jotka ovat materiaaliltaan yleensä taivutettua teräslevyä. Hyllyrakenteet ovat yleensä muunneltavia, jolloin niitä on helppo laajentaa tai muunnella muuttuvien tarpeiden mukaan. (Karhunen ym. 2008, 341.)



KUVA 5. Pientavarahyllyjä (Constructor Group 2 N.d.)

Pientavarahyllyillä toteutetun varaston käytäväleveydet ovat tyypillisesti 0,6–0,8 metriä. Keräyskorkeuden tulisi olla enintään 2,1 metriä, jos keräily suoritetaan ilman tikapuita. Lisäksi hyllyjen syvyys tulisi pitää 0,3–0,6 metrin välillä, sillä mitä syvempi hylly on, sitä vaivalloisempaa tavaran keräily on ylimmillä ja alimmilla hyllytasolla; ottotiheydeltään korkeimmat nimikkeet tulisi siis sijoittaa hyllyn keskivaiheille. (Karhunen ym. 2008, 344.)

4.4.5 Kuormien käsittelyvälineet

Lavakuormia käsitellään tyypillisesti pinoamis- ja haarukkavaunuilla tai erilaisilla trukeilla. Haarukkavaunut (kuva 6) ja pinoamisvaunut (kuva 7) sopivat kevyempään kuormankäsittelyyn, mutta eniten käytettyjä koneita varastojen lavakuormien käsittelyssä ovat trukit. (Karhunen ym. 2008, 328–329.)



KUVA 6. Haarukkavaunu (Lastiapu 2009.)



KUVA 7. Pinoamisvaunu (Ergolift N.d.)

Eniten käytettyjä koneita varastojen lavakuormien käsittelyssä ovat trukit. Trukit ovat perusrakenteeltaan joko vastapaino- tai tukipöytätrukkeja, riippuen tavasta jolla kuormitus välitetään trukin kautta maahan. Vastapainotrukit (kuva 8) ovat nimensä mukaisesti koneita, joissa trukin painopiste sijaitsee sen takaosassa. Tällöin trukki pysyy kuormatunakin tukevasti alustaansa vasten, ja toimii ikään kuin samalla periaatteella kuin perinteinen vaaka. (Karhunen ym. 2008, 329.)



KUVA 8. Vastapainotrukki (Jungheinrich 2018.)

Rakenteensa vuoksi vastapainotrukista tulee tavallisesti melko pitkä laite. Vastapainotrukeissa on yleensä suuret kumirenkaat, joita on tavallisesti kolme tai neljä; kolmella pyörällä takapyörä on kääntyvä. Vastapainotrukit ovat nopeita ja ketteriä koneita, ja omiaan sekä ulkona että sisällä varastossa liikkumiseen. Käyttövoimansa vastapainotrukit saavat joko bensiinistä, dieselöljystä, kaasusta tai sähköstä. (Karhunen ym. 2008, 329, 330.)

Ahtaampiin tiloihin, tai hankalampien kuormien käsittelyyn kehiteltyjä trukkityyppisiä ovat tukipyörätrukki (kuva 9) ja työntömastotrukki (kuva 10) (Karhunen ym. 2008, 334–335).



KUVA 9. Tukipyörätrukki (Rocla Solutions Oy 2018, muokattu)



KUVA 10. Työntömastotrukki (Rotator N.d.)

Trukit vaativat operointiinsa tietyn käytävänleveyden, johon hyvät viitearvot ovat Karhusen, Pourin ja Santalan (2008, 340) mukaan:

- Tukipyörätrukeille 2 – 2,5 metriä.
- Työntömastotrukeille 2,5 – 3 metriä.
- Vastapainotrukeille 3,5 – 4 metriä.

5 SATAKUNNAN LENNOSTON LENTOTEKNINEN VARASTO

Satakunnan lennostossa lentotekniikkalaiivueen tukeutumislentueen alaisuudessa toimiva lentotekninen varasto on koko Satakunnan lennoston lentoteknisen välineistön keskusvarasto. Vaikka kaiken tarvikkeiston loppukäyttäjä ei ole lentoteknisen varaston välittömässä läheisyydessä, kaikki lennostoon tuleva ja sieltä lähtevä lentotekninen materiaali kiertää lentotekniikkalaiivueen lentoteknisen varaston kautta.

Varastossa on mittavan lentoteknisen varastomateriaalin kirjo; sieltä löytyy yleistarvikkeiston ja työkalujen lisäksi suuri määrä lentokonetyössä käytettäviä erikoistyökaluja ja laitteita. Lisäksi varastossa on eri ilma-alusten varaosia ja laitteita, muttereista ja pulteista suuriin laiteyksikköihin. Varaston tiloissa sijaitsee myös kemikaalivarastoja, jotka ovat muusta varastotilasta erillisiä ja tämän työn ulkopuolella. Lisäksi ilma-alusten renkaille ja muulle kumitavaralle on olosuhdekontrolloitu kumivarasto, joka on myös erillinen huone ja tämän työn ulkopuolella. Varaosakirjo on Satakunnan lennostossa monenkirjainen, sillä lennosto operoi kaikkia ilmavoimien kiinteäsiipisiä ilma-aluksia.

Varasto on levittäytynyt kahteen kerrokseen, joista toiseen kulku tapahtuu portaita ja alakerrassa sijaitsee varastotyöntekijöiden sermeillä rajattu toimistotila. Raskaan nimikkeistön siirtelyä silmällä pitäen yläkertaan on mahdollista nostaa tavaroita vastapainotrukilla. Alakerrassa on lisäksi kaksi pienen yleistarvikkeiston, kuten eri kiinnittimien, varastointiin käytettäviä PaterNoster -varastokaruselliautomaatteja (kuva 11).



KUVA 11. Esimerkki pystymallisesta PaterNoster-varastoautomaatista. (Constructor Group 1 N.d.)

Lähetykset varastoon ja varastosta tapahtuvat lähinnä yksittäiskuljetuksina ulkoisen kuljetusyhtiön toimesta. Suuri tavara saapuu varastoon useimmiten kuormalavoilla, joista se puretaan hyllykköön joko käsin tai trukilla. Pienempi tavara saapuu varastoon ilman kuormalavaa, ja saapumisen jälkeen se puretaan suoraan hyllyyn tai se jää odottamaan tavarantilaajan noutoa, jos lähetys on kiireellinen. Varastossa tavara saapuu ja lähtee saman oven kautta, joten virtaustyypiltään varaston voidaan ajatella edustavan U-virtausta (Karhunen ym. 2008, 377).

5.1 Lähtökohta

Satakunnan lennosto ja lentotekniikkalaivue ovat käyneet viime vuosina läpi merkittäviä muutoksia, joiden yhteydessä varasto on jäänyt pienemmälle huomiolle. Suuri muutos tapahtui kesällä 2014, kun entisen Hävittäjälentolaivue 21:n lentokalusto siirrettiin Pirkkalasta Rissalaan ja Rovaniemelle, ja tilalle tulivat kuljetus- ja yhteyskonekalusto Tikka-koskelta. Tämä tarkoitti käytännössä Pirkkalan Hornet-kaluston määrän putoamista murto-osaan, ja tilalle tuli kolme täysin uutta konetyyppiä; CASA C295M, Gates Learjet 35 ja Pilatus PC-12. Lisäksi samassa yhteydessä puolustushaarojen materiaalityökset lakkautettiin ja yhdistettiin osaksi nyt valtakunnallista Puolustusvoimien Logistiikkalaitosta. (Lentoposti.fi 2014.)

Tässä suuressa murroksessa lentotekniikkalaivueen varasto piti nopeasti muuttaa yhden konetyypin suuren varaosakannan kattavasta varastosta useamman konetyypin varastoksi – kuitenkin varastointiin saatavilla olevan tilan pysyessä samana. Ripeällä otteella varastosta muunnettiin nopeasti normaalitoimintaan kykenevä varasto, johon saatiin juuri ja juuri mahdutettua kaikki tarpeellinen nimikkeistö. (MOJ 2017.)

Varasto on nyt useita vuosia uudistuksen jälkeen kaikkea muuta kuin helppo ja tilava – puhumattakaan mukavasta työympäristöstä siellä päivittäistä työtään tekeville varastohenkilöstölle. Hyllynumerointi oli toki toimiva, mutta vuosien myötä hyllytila on jäänyt auttamatta vajaaksi. Tästä seuraa suurien osien kasaantuminen lattioille, kun ne eivät suurissa pakkauksissaan mahdu hyllyyn. Lähetysmateriaalit ovat aikojen saatossa kasautuneet lähetysalueelle, kun pahlavilaatikoita pyritään uudelleenkäyttämään varastosta lähte-

vän tavarankäytössä – lisäksi sekaannuksen vaara on todellinen, jos vanhoja osoite-
tarroja ei huomata peittää. Hyllyissä varastoitui yleistavaraa, jota ei käytetty enää ollen-
kaan, sillä uusi työkalujen ja välineiden täyttöpäalvelu toimitti tämän tavarankäytön suo-
raan työpisteille asentajille. (MOJ 2017.)

Lisäksi ehkä suurin ongelma varaston nykytilanteessa oli sen täysi kykenemättömyys no-
peaan tyhjennykseen – asiaan, joka tämän toimialan ja sisällön varastolla on tärkeää. Jotta
ilmavoimien suorituskyky säilyy ennallaan, esimerkiksi mittavan vesivahingon sattuessa,
on varasto saatava tyhjennettyä ripeästi kontteihin rakennuksen ulkopuolelle. Tätä varten
suunniteltu varaston layout, pohjapiirros, puuttui varastosta täysin. Käytävät olivat liian
kapeita, liikuteltavista sermeistä kyhätty toimisto sijaitsi suoraan tyhjennysväylällä, ja
hyllytöt olivat tarkoitukseen huonosti soveltuvia. Lisäksi tätä asiaa ei oltu pidetty mie-
lessä tavaroiden hyllypaikkoja mietittäessä; nyt osa tärkeimmistä ja kriittisimmistä ni-
mikkeistä sijaitsi varaston perimmäisimmässä nurkassa toisessa kerroksessa, mistä niiden
kuljettamiseen ulkona odottavaan konttiin kului turhan paljon aikaa. Sitä vastoin alaker-
rassa, tyhjennysväylän lähellä, oli yleistarvikkeistöä, joka voitaisiin poikkeustilanteessa
jättää hyvin varastoon olosuhteiden armoille. (MOJ 2017.)

Kun uudet konekyydit tulivat lennoston, varastotavaraa ei oltu juurikaan lajiteltu kone-
kyyditteihin. Tämä aiheuttaa yleisen sekaannuksen lisäksi ongelmia myös edellä esitellyssä
poikkeuksellisessa tyhjennystilanteessa, jossa nimikkeistö pyrittäisiin järjestämään kone-
kyyditteihin vaikkapa kontteihin. (MOJ 2017.)

5.2 Parannuskohteet, tavoitteet ja rajoittavat tekijät

Palaverissa, haastatteluissa ja tapaamisissa varaston esimiesten ja työntekijöiden kanssa
työn ehdottomaksi ykköstavoitteeksi asetettiin varaston layoutin uudistaminen toimivam-
maksi poikkeuksellisen tyhjennyksen sattuessa. Tässä mielessä Satakunnan lennoston
lentotekninen varasto ei operoi kuten perinteinen varaosavarasto; nimikkeistöä ei pyritä
järjestämään esimerkiksi suurimman ottotiheyden tavarat helpoimmille paikoille opti-
moiden (Karhunen ym. 2008, 377). Sen sijaan tässä varastossa pyritään sijoittamaan kriit-
tisin, arvokkain ja raskain tavara lähimmäksi ulko-ovea ja tyhjennysväylää, jotta se saa-
daan ulos nopeasti ja tarpeen vaatiessa myös trukkia apuna käyttäen. Toki kriittisintä ta-
varaa voidaan ajatella kuten ottotiheydeltään korkeinta tavaraa perinteisessä varastossa;

sijoitetaan se esimerkiksi hyllyn korkeussuunnassa parhaimmalle paikalle, hyllyn keskivaiheille (Karhunen ym. 2008, 344). Tämän lisäksi on mielessä pidettävä myös, ettei varastotyöntekijän jokapäiväinen työ tästä liikaa vaikeudu – erittäin tiheän ottotiheyden nimikkeitä ei ole siis syytä sijoittaa yläkerran takimmaiseen hyllyyn vain tyhjennysongelma mielessä pitäen. Näiden kahden näkökannan välille tuli siis löytää kultainen keskitie. (MOJ 2017.)

Lisäksi tavoitteeksi asetettiin tehdä varaston tyhjennyksestä niin helppoa, että myös kouluttamaton henkilö pystyisi sen suorittamaan kantahenkilökunnan ohjeistamana. Tämä vaati siis esimerkiksi visuaalisen ohjauksen tehokasta käyttöönottoa ja järkevän järjestelmän kehittämistä sitä varten. (MOJ 2017.)

Erityisesti varastotyöntekijöiden taholta toivottiin myös varaston yleisen viihtyvyyden ja toimivuuden parantamista jokapäiväisen työnteon kannalta. Jotta uudistus tehtäisiin nykyaikaisella ja kestäväällä tavalla, päädyttiin tässä yhteydessä soveltamaan lean-työkaluja ja -periaatteita. (MOJ 2017.) Tämä olisi myös hyvä jatkumo jo aloitetulle lean-työlle organisaatiossa; viime vuonna Riku Vaitti uudisti Satakunnan lennoston maalaitehuoltoa lean-periaatteita soveltaen (Vaitti 2017, 2).

6 LEAN-PROJEKTIN TULOKSET

Tässä osiossa käsitellään tämän varaston lean-kehityssuunnitelmaprojektin tulokset lean-aihealueittain jaoteltuna. Todellisten tulosten täysimittaista käsittelyä rajoittaa toimeksiantajan kanssa solmittu vaitiolovelvollisuus, minkä johdosta joitakin konkreettisia tuloksia on pitänyt pelkistää tai jättää esittämättä kokonaan tässä opinnäytetyön julkisessa osassa.

Tämä opinnäytetyö on lisäksi ennen kaikkea kehityssuunnitelma, jonka pohjalta toimeksiantaja voi aloittaa mittavan käytännön uudistusprojektinsa varastossa. Työssä on tehty kattava teoriaa koskeva pohjatyö aihealueen puitteissa, ja koottu kaikkien asianosaisten mielipiteet yhdeksi jänteväksi kokonaisuudeksi – monien mielipiteiden, viittekehysten ja tavoitteiden vuoksi tässä työssä piti tehdä monia kompromissiratkaisuja. Ratkaisuja on kuitenkin pyritty esittämään niin monta kuin on mahdollista toteuttaa, jotta toimeksiantaja voi suorittaa oman karsintansa.

6.1 5S

Kuten edellä mainittiin, työ 5S:n kanssa tulee aloittaa ensimmäisestä S:stä: lajittelusta. Ensimmäinen vaihe on tehdä koko varaston kattava yleissiivous – siivota kaikki turha paketointimateriaali pakkausalueelta, hyllyjen välistä ja kulkuväyliltä. Lisäksi toimistoalueen siivous ja järjestely, kuten kaikkien papereiden mapittaminen järkeviin kansioihin ja tavaran järjestely loogisesti parantaa työntekijöiden hyvinvointia ja vähentää turhaa asioiden etsimiseen kuluvaa aikaa – hukkaa. Lisäksi se antaa toimistossa toisinaan vierailleville ulkoisten yritysten toimijoille ja työntekijöille hyvän kuvan varaston toiminnasta. Yleinen siisteys parantaa työntekijöiden motivaatiota päivittäisessä työnteossa ja sillä on myös työturvallisuutta parantava vaikutus. Nämä ovat asioita, jotka tuottavat tulevaisuudessa lisäarvoa organisaatiolle työntekijöiden ollessa tyytyväisiä päivittäisiin rutineihinsa, ja sitä myöten myös avoimin mielin kehittämässä organisaatiota edelleen samaan, parempaan, suuntaan – ylläpitäen kaizen-periaatetta, jatkuvaa parantamista.

Kun siivous on suoritettu, tulee paneutua lähettämön pakkausmateriaalihyllyn järjestykseen. Nykytilassaan pakkausmateriaalin hylly on täynnä tyhjiä vanhojen lähetyksien pahvilaatikoita, jotka sekä vievät merkittäviä määriä kuutiotilaa hyllyistä, ovat myös todellinen riski uusien lähetyksien oikealle ohjautumiselle, jos vanhoja osoitetarroja ei huomata hävittää. Tämän tilalle tulee ottaa uusi toimintamalli: tulevien lähetyksien pahvilaatikot hävitetään asianmukaisesti kierrättämällä, ja tilalle hankitaan uusia, kasassa olevia, pahvilaatikoita, jotka vievät vähemmän tilaa ja poistavat osoitetarrojen sekaantumisriskin. Pakkausmateriaalin hyllyyn tulisi kuitenkin jättää tila lähetyksien kuivatukselle ja täytemateriaalille, jolla pakkauslaatikot täytetään (MOJ 2017).

Kun tämä on tehty, voidaan aloittaa lajittelu sanan varsinaisessa merkityksessä: varastossa olevien turhien nimikkeiden karsiminen. Yläkerrassa olevasta yleistarvikkeistosta oli MOJ:n (2017) mukaan noin 85% turhaa – nykytilanteessa nämä yleistarvikkeet, esimerkiksi ei-lentokonetyössä käytettävät työkalut, toimitettiin laivueeseen ulkoisen toimittajan toimesta suoraan asentajille, ilman, että ne varsinaisesti kiertävät varaston kautta. Käytännössä tätä pimentoon jäävää yleistarvikkeistöä ei siis koskaan haettu yläkerran varastohyllystä, joten sen voi ilman sen suurempaa punnitsemista kerätä yhdelle red tag area:lle; esimerkiksi niille osoitetulle hyllyalueelle. Täällä nimikkeestä vastaavat tai asiaan valtuutetut varastotyöntekijät voivat päättää, hävitetäänkö kyseessä oleva nimike kokonaan varastosta.

Näiden toimien lisäksi ilmeni, että varastossa oli joitakin erikoistavaran hyllyjä, jotka sijaitsivat sinällään keskeisellä paikalla, mutta olivat käytössä vain harvoin. Yksi näistä oli heittoistuinten räjähdekaappi, joka on määräysten ja säännösten perusteella sijaittava josakin lentoteknisen varaston alueella (MOJ 2017). Se on aikanaan tuntemattomasta syystä päätetty sijoittaa suoraan ulko-oven nurkalle, missä se käyttää suuren määrän lattia-alaa pakkaamolta ja sijaitsee yhdellä keskeisimmistä alueista koko varastossa – sitä kuitenkin käytetään vain harvoin. Siksi päätettiin, että se on järkevää siirtää esimerkiksi yläkertaan vähemmän keskeiselle alueelle.

Toinen samantapainen hylly oli yleistarvikkeiston hylly keskellä varastoa, heti ulko-oven välittömässä läheisyydessä lähettämön alueella. Tähän erään ulkoisen toimittajan työntekijä tuo kerran viikossa yleisesti koko laivueen asentajien käytössä olevaa kulutustavaraa; esimerkiksi suojakäsineitä ja puhdistusspray-pulloja. Hylly on siis käytössä käytännössä vain kerran viikossa, mutta sijaitsee turhan keskeisellä alueella. Sen voisi siirtää

siis varaston seinälle tai muulle vähemmän keskeiselle paikalle – vaikka tämä onkin osittain lean-periaatteiden vastaista, sillä siitä aiheutuu ulkoiselle tavarantoimittajalle turhaa kävelyä, eli hukkaa. Toimitusten tapahtuminen kuitenkin vain kerran viikossa kuitenkin lieventää tätä asianhaaraa ja se voidaan hyväksyä kompromissiratkaisuna.

6.2 Visuaalinen ohjaus

Lentotekniikkalaivueen lentotekniset osat luokitellaan kuntoluokkansa perusteella neljään eri luokkaan; asennuskelpoinen, laatutarkastettava, korjauskelpoinen ja korjauskelvoton. Näitä vastaavat lyhenteet KL1, KL2, KL3 ja KL4, joista on standardimerkintä Ilmavoimissa käytettävissä lähetyskortteissa, jotka kiinnitetään aina lähetyksen päälle. Tällöin varmistutaan siitä, että lentokoneeseen asennettava osa tai laite on toimintakunnossa, ja että hajonneet osat tai laitteet toimitetaan asianmukaisesti huollettavaksi oikeaan paikkaan.

Vaikka se on epätodennäköistä, huomioiden lähetysten kanssa tyypillisesti tekemisissä olevien ihmisten koulutuksen, on teoriassa mahdollista, että hajonnut ja asennuskelpoinen osa saattavat sekaantua keskenään. Tämä olisi lievimmillään asentajille lisätyötä, eli hukkaa, aiheuttava tapahtuma, kun väärän, hajonneen, osan irrottamiseen kuluu turhaa aikaa. Vakavimmassa tapauksessa kuntoluokkien sekaantuminen ja se, ettei asiaa huomata, voi johtaa lentoturvallisuuden vaarantumiseen.

Tyypillisesti käytännön toiminta tapahtuu siten, että asentajat tuovat koneilta hajonneita tai aika- tai käyttömääräseurantansa lopussa olevia osia tai laitteita varastoon, ja hakevat asennuskelpoisia tilalle. Varastossa on eri kuntoisuusluokille (tässä tapauksessa KL1 ja KL3) omat hyllynsä, mutta niissä ei ole näkyviä, ”silmille pomppaavia” visuaalisia vihteitä osien olemuksesta – vain tulostetut laput.

Tästä syystä varastoon on syytä kehittää näkyvä visuaalinen ohjaus, jotta viimeinenkin sekaannuksen mahdollisuus eri kuntoisuusluokkien välillä poistuu. Hajonnut tai vanhentunut KL3-luokan osa voidaan esimerkiksi pistää omaan lokeroonsa hyllyyn, joka on teipattu tai maalattu räikeän punaiseksi. Jos asia nähdään erittäin kriittisenä ja riskialttiina, voidaan hajonneisiin osiin kiinnittää esimerkiksi punainen merkkilappu. Sitä vastoin varastoon toimitettu, asennusta odottava KL1-luokan osa voidaan sijoittaa hyllyyn, jossa on

pirteän vihreä teippaus tai maalaus. Lisäefektiä voidaan saada aikaan maateippauksilla vastaavilla väreillä. Tässä voidaan soveltaa siis eräänlaista liikennevalomallia – punainen on huono ja vihreä hyvä.

Suurempi visuaalista ohjausta koskettava aihealue oli visuaalisen ohjauksen ottaminen käyttöön konetyyppikohtaisen varaosatarpeiston lajittelussa. Tässä uudistuksessa oli pää tavoitteena poikkeuksellisen tyhjennyksen helpottaminen, nopeuttaminen ja mahdollisuus perehdyttää se kouluttamattomalle henkilölle mahdollisimman yksinkertaisella ja yksiselitteisellä tavalla. Järjestelmä tulisi olla helppo ottaa käyttöön, ja myös helposti laajennettava.

Periaate olisi antaa jokaiselle konetyypille oma värinsä hyllyittäin ja konteittain, jolloin tavaran vieminen ja tuominen olisi erittäin yksinkertaista: ”vie vihreä hylly vihreään konttiin”. Värimerkinnät hyllyihin voisi tehdä teippauksin tai maalauksilla, siten kuitenkin, että ne ovat selvästi näkyvissä joka suunnasta. Konttikohtainen värikoodaus voi tapahtua irrotettavalla värilaatalla kontin ovelta.

Lisäksi värikoodaus voitaisiin ulottaa konttien ja hyllyjen lisäksi itse varastorakennukseen; lattiassa voisi olla haamurajat jokaisen konetyypin hyllylle, jotta purkaminen konteista takaisin varastoon olisi helppoa ja nopeaa.

6.3 Yleiset parannustoimet

Yleisiä parannustoimia varastossa oli 5S-siivouksen lisäksi liikkuvuuden varmistaminen. Tällä pyritään varmistamaan, että hyllyjen välissä mahtuu kuljettamaan sinne kuuluvia lähetyksiä, ja että käytävillä mahtuu operoimaan kulloiseenkin tilanteeseen sopivalla kuormauslaitteella. Näitä voivat olla manuaalinen pumppukärky tai erikoisraskaiden tavaroiden kanssa vastapainotrukki. Kuten Karhunen, Pouri ja Santala (2008, 340) varasto toimintaa käsittelevässä kirjassaan totesivat, vastapainotrukille sopiva käytävänleveys olisi 3,5 – 4 metriä. Tästä voidaan kuitenkin tarvittaessa joustaa, sillä tässä tapauksessa trukilla ei ole tarvetta mahtua kääntymään varaston sisällä; tämä estyy jo kiinteiden rakenteiden vuoksi.

Toimiston siirtämisen, sisäisen uudelleenjärjestelyn ja uudelleenmitoituksen lisäksi (joista kerrotaan myöhempanä opinnäytetyössä) varastotyöntekijät toivoivat yleisiä käytännön uudistuksia esimerkiksi toimiston kalustukseen. Toimistoon haluttiin mittatilauksena tehdyt pöydät, jotka sopivat käytettävissä olevaan tilaan ja olisivat parempia ergonomisesti. Pöydissä voisi olla sähköinen korkeudensäätömahdollisuus, jotta osa työpäivästä voitaisiin viettää seisten työskennellen.

Varaston työntekijöiltä tuli myös toiveita pakkaamon tarvikkeiston modernisointiin. Pakkaintia ja lähettämistä varten tulisi rakentaa toimintaan sopiva hylly, jossa olisi pakkaustarvikkeita (teippiä, tusseja ja niin edelleen) järkevästi järjesteltynä ja käden ulottuvilla. Lisäksi joillekin usein käytettäville osoitetarhoille hankittaisiin uudet modernimmat lokerikkonsa vanhojen tilalle.

6.4 Kriittisyystarkastelu

Yleisiin, lean-työkalujen ulkopuolisiin parannustoimiin liittyi myös olennaisesti varaston nopeaan tyhjennykseen liittyvä nimikkeistön kriittisyysluokittelu. Tämä on erittäin laaja, lähes koko varaston nimikkeistöä, koskeva projekti, ja on siksi tämän opinnäytetyön ulkopuolella.

Käytännössä kriittisyystarkastelussa tulisi käsitellä koko varaston merkittävä nimikkeistö, ja luokitella se kriittisyytensä mukaan. Apuna voidaan käyttää esimerkiksi samassa organisaatiossa jo tehtyä huoltokaluston kriittisyystarkastelua, jossa käytettiin laajalti teollisuudessa käytössä ollutta PSK6800-kriittisyysanalyysimenetelmää (Nurkka 2016, 21).

Luokittelun jälkeen seuraisi tämän työn tuloksina syntyneitä pohjapiirroksia apuna käyttäen nimikkeistön sijoittelu varaston alueelle kriittisyysluokituksensa mukaan. Tässä tavara järjestetään siten, että kriittisin tavara – arvokkain, vaikeimmin saatava ja Ilmavoimien toiminnan kannalta kriittiseen kalustoon liittyvä tavara – sijoitetaan varastossa lähelle ulko-ovea ja suuria tyhjennysväyliä. Tällöin tavara, joka on usein raskasta, saadaan poikkeustilanteessa varastosta ulos nopeasti. Kriittisyysperusteista järjestelyä täytyy soveltaa varastossa molemmissa kerroksissa, ja näiden välillä alakertaa vielä painotetaan kriittisen tavaran varastona.

Käytännössä tämä tarkoittaa massiivista tavaran uudelleenjärjestelyä. Alakerrasta siirrettiisiin suuri osa pientä yleistarvikkeistoa ja vähemmän arvokasta nimikkeistöä yläkertaan hyllyjen lokeroihin tai varastossa olevaan yleistarvikkeiston PaterNoster-varastokaruselliin. Sitä vastaavasti osa raskaasta ja usein myös arvokkaasta ja vaikeasti saatavilla olevasta lentokonelaitetavarasta siirrettiisiin yläkerrasta alakertaan. Yleinen punainen lanka on siis raskas laitetavara alakertaan – kevyt varaosatavara yläkertaan.

Jotta tämä tämän opinnäytetyön ulkopuolelle jäävä projekti olisi sen suorittajalle helppompaa, laadittiin pohjapiirroksen avulla pääpiirteinen esimerkkikaaviokuva, jossa varasto on jaettu vyöhykkeisiin kriittisyyden perusteella. Tässä kaaviossa on värikoodattuina eri kriittisyyden alueet, käytännössä etäisyyden funktiona varaston ulko-ovesta ja tyhjennysväylästä. Varsinainen tarkka pohjapiirros on osa salassa pidettävää liitekokoelmaa, mutta kaavion periaate-esimerkki on esitelty liitteessä 1. Tämän jaottelun periaatteita avataan myöhemmissä kappaleissa tarkemmin.

6.5 Työturvallisuus

Kuten edellä mainittiin, 5S:n ensimmäinen vaihe eli lajittelu, tarkemmin varastoalueen siivous, parantaa työturvallisuutta jo merkittävästi; esimerkiksi pienentämällä kompastumisvaaraa. Lisäksi pidemmän tähtäimen vaikutukset, kuten paremman työergonomian vaikutuksia työhyvinvointiin ei voida vähätellä.

6.6 Layout-ehdotukset

Kaikki yllä mainittu pidettiin mielessä, kun varastolle suunniteltiin varsinaisia uusia pohjapiirroksia eli layouteja. Näiden tekemiseen käytettiin Autodeskin AutoCAD 2018 –CAD-ohjelmistoa, sillä Puolustushallinnon Rakennuslaitoksen tekemät alkuperäiset pohjapiirrokset olivat myös tämän ohjelmiston tukemassa .dwg-tiedostomuodossa.

Kuten edellä mainittiin, toimeksiantajalle tehtiin varsinaiset yksityiskohtaiset pohjapiirroukset. Salassapitovelvollisuuden vuoksi näistä piti julkista opinnäytetyön raporttia varten tehdä yksinkertaistetut ja osin sensuroidut versiot, joista kuitenkin ilmenee tehdyt muutokset. Toimeksiantajalle tuotetut pohjapiirroukset sisälsivät muiden muassa yksittäisten hyllyjen sijainnit, missä hyllyjen määrä perustuu pientavarahyllyjen suositeltuihin käytäväleveyksiin (Karhunen ym. 2008, 344).

Pohjapiirroksissa on noudatettu systemaattisesti samaa järjestelmää, jossa jokainen väri kuvastaa eri ”teemaa”. Vihreät alueet ovat kiinteitä rakenteita tai laitteita, joita ei voida siirtää. Siniset alueet kuvastavat aina varastohyllyjä, joissa on joko yleisissä huoltotöissä tai lentokonetöissä tarvittavaa nimikkeistöä. Pinkit alueet ovat pakkaamon ja lähettämön toimintaan liittyviä alueita; pakkauspöytiä ja hyllyjä lähetyksille tai pakkauksessa tarvittaville tarvikkeille. Keltaiset alueet ovat toimistoon liittyviä alueita; itse toimiston alue ja toimiston toimintaan liittyvien hyllyjen tai kalusteiden alueet. Lisäksi muissa kuin nykytilanteen pohjapiirroksissa kuviin on merkitty punaisella puolikatkoviihvalla varaston tyhjennysväylät, jotka on pidettävä vapaana tavarasta normaalitilanteessa. Näitä punaisia rajoja voi pitää myös pohjana, kun varastoon luodaan visuaalisella ohjauksella haamurajoja lattiaan vapaana pidettävistä väylistä.

Kaikissa varaston layout-parannuksissa otettiin huomioon trukin käyttäminen toisen kerroksen raskaan tavaran siirtämisessä maantasosta toiseen kerrokseen ja toisinpäin. Alustavissa keskusteluissa palloiteltiin myös ideaa tavarahissiin investoinnista, mutta kontteihin purkamista ajatellen olemassa oleva trukilla tapahtuva purku on tarkoituksenmukaisempi ja päätettiin jättää myös näihin ehdotuksiin.

6.6.1 Lähtökohta

Ennen muutokseen pureutumista tarkastellaan hetki lähtökohtaa. Liitteessä 2 on esitetty varaston nykyinen tilanne, ensimmäisessä piirroksessa ensimmäinen kerros ja toisessa toinen kerros.

Nykytilanteessa varaston sermeillä rajattu toimisto sijaitsee siis keskellä varastoa. Tavaran kulkeminen varastoon tapahtuu piirroksessa vasemman alanurkan pariovista; tavara

siis tulee ja lähtee samasta ovesta. Liitteen 1 toisella sivulla oleva toisen kerroksen piirroksesta nähdään yläkerran sisältävän lähinnä hyllytilaa, trukin purkusillan sijaitessa piirroksen vasemman ylänurkan tuntumassa.

Nykytilanteessa pakkaamon pakkauspöytä on sujuvaan paketointiin liian pieni; eritoten syvyys suunnassa. Lisäksi pakkauspöydän takana, kuvassa alaseinustalla sijaitseva pakkausmateriaalin hylly on ylimitoitettu, ja vie turhaa tilaa keskeiseltä alueelta; hyllyn suuren koon selittää sen sisältämät kokonaiset pahvilaatikot, joiden viemä pinta-ala ja tilavuus ovatkin siis lähinnä ilmaa.

Varaston varsinaisten nimikkeistön hyllyköt ovat varastossa hajallaan ympäri varastoa. Hyllyjen välit ja lähialueet ovat täynnä lattialla lojuvaa tavaraa, sillä kaikki tavara ei mahdu hyllyihin. Suurin ongelma kuitenkin on toimiston takana sijaitsevien hyllyjen sisällön siirtäminen varastosta poikkeustilanteessa; niitä ei nimittäin mahdu siirtämään mihinkään, ennen kuin toimisto on purettu pois edestä.

Varaston toinen kerros on pelkkää hyllytilaa, ja ulottuu lattia-alallisesti noin alakerran puoliväliin asti. Toisen kerroksen varastossa on lattia-alaa siis noin puolet alakerran vastaavasta.

6.6.2 Vaihtoehto 1

Layoutin ensimmäinen parannusehdotus on ehdotuksista ”kevyin”; sekä muutosten radikaaliuden, että muutoksiin tarvittavien resurssien suhteen, ja on esitelty liitteessä 3. Ensimmäisen vaihtoehton kantava voima on toimiston pienennys, siirtämällä pidempää seinää noin puoli metriä kuvassa ylöspäin. Tällöin saadaan paremmin tilaa pakkaamon alueelle; lisävaikutusta tuo kavennettu pakkaustarvikehylly.

Lisäksi layoutissa on poistettu KL3-kuntoluokan tavaran ”palautuspöytä” toimiston vasemmasta laidasta ja muutettu se hyllyksi, ja siirretty se kuvan yläosaan tyhjennysväylän viereen. Tähän hyllyyn siis asentajat palauttavat lentokonetyöhön kelpaamaton nimikkeistö lähetettäväksi eteenpäin varastolta, varastotyöntekijöiden kirjattavaksi varastojärjestelmään. Tästä hyllystä varastotyöntekijä noutaa epäkelvon nimikkeistön, kirjaa sen järjestelmään ja siirtää kuvan alaosassa ulko-oven tuntumassa sijaitsevaan lähtevän KL3-

tavarahan hyllyyn. Tällä järjestelyllä ehkäistään erehdysten sattumista, jos se epätodennäköinen tapahtuma olisi lähellä, että KL3-kuntoluokan nimikkeistö lähtisi varastosta väärään suuntaan takaisin ilma-aluksille. Lisäksi tavarantoimittajalle on helppoa napata nimikkeistö mukaan oven nurkalta. KL3-pöydän vieressä ollut yleistarvikkeiston hylly on poistettu varastosta kokonaan kappaleen 6.1 mukaisesti.

Lisäksi layoutiin on luotu lisää hyllytilaa kuvan oikeaan alalaitaan lyhennetyin katonki-hyllyn päädyn tilalle. Tämä hyllykkö sijaitsee keskeisellä paikalla lähellä toimistoa ja pakkaamoja, ja onkin loistava paikka kriittiselle tavaralle, jonka on sijaittava lähellä tyhjennysväylää ja ulko-ovea.

Lisäksi jo nykytilanteessakin olemassa oleva tyhjä tila on otettu hyötykäyttöön kuvan vasemmassa ylänurkassa erikoistilanteiden puskurivarastoksi. Tämä on merkitty pohjapiirroksen siksi, että kyseinen alue olisi hyvä pitää vapaana turhasta tavarasta, jos varasto ruuhkautuu yllättäen jostain syystä ja lattia-ala on otettava väliaikaiseksi järjestelyalueeksi. Tätä aluetta ei täytetty hyllyillä, sillä se olisi lisäinvestointi jo tehtyjen muutosten lisäksi. Alue on lisäksi keskeisellä paikalla trukin ohjaamiseksi toisen kerroksen lastausoville.

Kuten edellä on mainittu, tähän ensimmäisen muutosvaihtoehdon kuvaan on myös piirretty tyhjennystä varten vapaaksi jätettävät alueet punaisella puolikatkoviiivalla. Kun tämä väylä pidetään vapaana, tavarahan siirtelyyn jää tarvittava lattiatila. Lisäksi ovelta suoraan ylöspäin kohti tulevaa puskuriterminaalia kulkevalle väylälle mahtuu ajamaan trukilla raskaan tavarahan lastaamiseksi toisesta kerroksesta.

Ensimmäinen vaihtoehto koskettaa vain varaston ensimmäistä kerrosta, joten toinen kerros pysyy entisellään, kuten lähtötilanteen pohjapiirroksessa on esitetty.

6.6.3 Vaihtoehto 2

Layoutin toisessa muotosehdotuksessa on tehty ensimmäisen muutoksen lisäksi eräitä muita muutoksia, ja se on esitelty liitteessä 4. Tämän layout-vaihtoehdon suurin muutos on toimiston siirtäminen kokonaan pois varaston keskiosasta ja nykyisellään käyttämättömään tilaan varaston vasempaan ylänurkkaan. Tälle alueelle on mitoitettu mahtuvan

kolme työpistettä, hyllyjä ja kalusteita. Kalusteet pistävät alueelta aavistuksen ulkopuolelle kuten liittestä ilmenee, mutta ne ovat poikkeustilanteessa siirrettävissä nopeasti pois tieltä, jos tarve vaatii. Toimiston tieltä varaston yläreunassa olevia hyllyjä on siirretty aavistuksen oikealle, jotta toimisto mahtuu nurkkaan sopivasti.

Tässä vaihtoehdossa on lisäksi niin sanottu KL1-hylly erotettu omaksi hyllykseen, ja siirretty toimiston alueelle. Edellisissä vaihtoehdoissa ja nykytilanteessa hylly on sijainnut toimiston ulkopuolella sen välittömässä läheisyydessä, mutta tässä hyllyssä on säilytetty myös muuta tavaraa. KL1-tavara on ulkopuolelta varastoon saapunutta tyypillisesti kii-reellistä nimikkeistöä, joka on valmis asennettavaksi ilma-aluksiin tai käytettäväksi muussa lentokonetyössä. Tavarankirjaamisen helpottamiseksi on tarkoituksenmukaista, että hylly sijaitsee toimistossa; tavara kirjataan järjestelmään toimiston tietokoneella, ja noudetaan nopeasti hyllystä. Tällöin turhan liikkumisen minimoimiseksi hylly siirretään osaksi toimistoa ja hukkan määrä pienenee.

Toimiston yleistavaran ja asiakirjojen hylly on siirretty ulos toimiston alueelta sen alapuolelle, tyhjennysväylän toiselle puolelle. Lisäksi asentajille on jyvitetty oma hyllynsä lentokonetyöhön epäkelvolle KL3-nimikkeistölle tämän hyllyn viereen, mistä varastotyöntekijä kirjaa sen varastojärjestelmään ja siirtää ulko-oven viereen lähtevän KL3-tavaran hyllyyn kuten edellisessä vaihtoehdossa.

Toimiston siirron johdosta varaston keskivaiheille on saatu rutkasti enemmän hyllytilaa; sekä varaston keskialueelle, että oikean alanurkan hyllystöön. Lisäksi pakkaamokokonaisuus on siirretty ylöspäin ja käännetty 90°, jolloin lattia-ala saadaan paremmin käyttöön ja tavarankirjaukselle jää leveämpi väylä. Tässä ratkaisussa varaston keskiosan tavarat saadaan purettua ilman toimistoon koskemista; pakkauspöytä kääntyy pyörillään helposti pois edestä, jos tyhjennykseen varattu väylä ei riitä purun suorittamiseen.

Myös toinen vaihtoehto koskettaa vain varaston ensimmäistä kerrosta, joten toinen kerros pysyy entisellään.

6.6.4 Vaihtoehto 3

Kolmas vaihtoehto, liitteessä 5, on sinällään yhteensopiva sekä ensimmäisen, että toisen vaihtoehdon kanssa. Kolmas vaihtoehto koskettaa vain yläkerta, eikä ole layoutin suhteen merkitystä mitä muutoksia alakertaan tehdään.

Kolmas vaihtoehto on muutoksista selkeästi radikaalein ja sen toteutus vaatii eniten resursseja. Layout-muutoksen vaatimuksena on toisen kerroksen laajennus, eli lattian levittäminen varaston yläseinään asti, jättäen vasemmalle sopivan tilan trukilla kuormaamista varten. Pohjapiirroksessa trukin lastausalue on kaksi alaspäin aukeavaa ovea piirroksen vasemmassa laidassa keskivaiheilla. Tämä muutos lisää toisen kerroksen hyllyalaa merkittävästi, ja vapauttaisi täten alakerrasta hyllytilaa kriittisen materiaalin varastointiin.

Tämän vaihtoehdon toteutuksella on kuitenkin vaikutusta alakerran lattia-alaan, sillä uusi lattia vaatii todennäköisesti tukirakenteita, joita ei alakerrassa tällä hetkellä ole. Alakerran hyllyjen ja muun tavaran on mukauduttava näihin kiinteisiin rakenteisiin, jotka liittyvät tähän layout-vaihtoehtoon. Tätä ei ole huomioitu näissä pohjapiirroksissa.

6.7 Suunnitelman käytännön toteutus

Tämän kehityssuunnitelman käytännön toteutuksen tekeminen koko laajuudessaan on erittäin laaja projekti. Koska varastoa ei voida poistaa käytöstä uudistuksen ajaksi, on kehityssuunnitelman toteutuksen suunnittelu aivan oma projektinsa ja vaatii pitkällisen suunnitteluprosessin työn jouheuden varmistamiseksi. Esimerkiksi varastopaikkoja muuttaessa on varmistuttava, että tiedetään kaikkina aikoina joka nimikkeen todellinen sijainti; onko nimike jo uudessa hyllypaikassaan, vai vielä vanhassa hyllyssä odottamassa siirtoaan?

Värikoodauksen käyttöönotossa ensimmäinen vaihe olisi lajitella tavarat konetyypeittäin, ja selvittää niiden vaatima hyllytila. Tämä jälkeen joka konetyypille määritellään oma värinsä. Yhdessä kriittisyystarkastelun kanssa osat ja laitteet sijoitettaisiin varastoon sopivalle paikalleen; joko saman konetyypin osat lähekkäin, tai saman kriittisyysluokittelun asiat lähekkäin, tai näiden yhdistelmänä. Saman konetyypin osien sijoittelu lähekkäin helpottaa purkua poikkeustilanteessa; esimerkiksi kokonainen hylly tai useampi hylly saman

konetyypin nimikkeistöä voidaan purkaa yhteen konttiin; sen sijaan, että osia olisi ”nap-sittava” ympäri varastoa, jos nimikkeistö on järjestetty kriittisyysperusteisesti. Toisaalta osien sijoittelu konetyypeittäin hankaloittaa kriittisten osien paikantamista, jos purku on erittäin aikakriittinen. Paras vaihtoehto olisi siis todennäköisesti näiden kahden sekoitus, ja sen miettimiseen tarvitaan koko varaston nimikkeistön hyvin tunteva ammattilainen.

Eräs vaihtoehto konetyyppi- ja kriittisyysjaottelun yhdistämiseksi olisi kehittää eräänlainen kynnsarvo kriittisyysarvioinnin laskennan perusteella, jolla jaettaisiin varastonimikkeistön jaottelu kriittisyys- ja konetyyppiperusteiseksi. Käytännössä määriteltäisiin siis jokin kynnsarvo, jonka yli kriittisyyslaskennassa sijoittuvat nimikkeet sijoitettaisiin varastoon kriittisyysperusteisesti; kriittisimmät lähelle tyhjennysväylää ja ulko-ovea – varaten näille erityiskriittisille nimikkeille esimerkiksi yksi hyllyalue, jos nimikemäärä sille mahtuu. Tämän kynnsarvon alapuolelle jäävät nimikkeet sijoitettaisiin varastoon konetyyppi- jaottelun perusteella; saman konetyypin nimikkeet samaan hyllyalueeseen. Tällöin lopputuloksena syntyisi varasto, jossa yksi hyllyalue olisi kriittistä, nopeasti varastosta ulos saatavaa monen eri konetyypin materiaalia, ja loppu varastonimikkeistö konetyypien perusteella jaoteltua nimikkeistöä. Tällainen järjestelmä tukisi parhaiten sekä varaston normaalitoimintaa, että poikkeustilan purkutilanteen toteuttamista.

Nimikkeistön jaottelun periaatteen selventämiseksi liitteessä 1 on esitelty vaihtoehto 1:n pohjalta tehty esimerkinomainen jaottelu, jossa layout-vaihtoehdossa olevat hyllyalueet on jaettu konetyypeittäin ja kriittisyysluokan mukaan (ryhmä A:n ollessa kriittisin ja ryhmä C:n vähiten kriittisin). Tästä kaaviosta selviää periaatteet, joilla jaottelu on tehtävä; joko saman konetyypin nimikkeistö yhdelle alueelle kasattuna, tai kriittisyyden mukaan tavarat lajiteltuna lähelle tyhjennysväyliä ja ulko-ovea. Todellisuudessa jaottelu ei olisi todennäköisesti näin karkea; esimerkiksi kriittisyysluokittelu voisi muuttua lineaarisesti mitä kauemmaksi hyllykössä edetään tyhjennysväylästä (eli esimerkiksi lähimpänä seinää oleva nimikkeistö olisi vähiten kriittistä – lähinnä käytävää oleva olisi kriittisintä.). Tämä periaate-esimerkki ei perustu todellisiin konetyyppi- jaotteluihin, kriittisyysluokituksiin tai nimikkeistön todelliseen lukumäärään varastossa.

Lisäksi käytännön ongelma on budjetin rajallisuus; varaston toimistoa, varastointikalustoa, uuden kerroksen rakentamista ja toiminnan pyörittämistä samaan aikaan ei voida yksinkertaisesti tehdä yhdellä budjettikaudella. Käytännön toteutus alkaisi todennäköisesti

varaston siivoamisella 5S:n mukaisesti, ja mahdollisesti pienen koe-erän tilaamisella tiettyä tarkoitukseen sopivaa varastointiratkaisua kuten uutta hyllytyyppiä.

7 KEHITYSTYÖ

Käytännön toteutuksen tekemisen lisäksi tämän uudistuksen kehitystyö kulminoituu leaniin ja 5S:ään: kun jokin uudistus saavutetaan, sen voimassaolo pitää varmistaa. Pitää kehittää järjestelmiä ja käytäntöjä, joilla standardoitaisiin esimerkiksi nimikkeistön lajittelu. Esimerkiksi kun varastoon tulee tietty uusi nimike, selvitetään sen kriittisyysluokka. Tämän jälkeen pohditaan, sijoitetaanko se saman konetyypin nimikkeistön kanssa samaan hyllykköön vai onko se sijoitettava nopeasti saatavalle paikalle kriittisyytensä vuoksi; mahdollisesti nojautuen käyttöön otettuun kynnsarvotarkasteluun. Tämä käytäntö tehdään jokaisen uuden nimikkeen kanssa, jolloin kehitetty järjestelmä pysyy käytössä, vaikka varaston nimikkeistö muuttuu.

Lisäksi 5S:n viimeinen kohta, ylläpito, on 5S:n toimivuuden kannalta yhtä tärkeä asia kuin alkuvaiheen siivous ja lajittelu. Jos kehitetystä järjestelmästä aletaan lipsua, on se sama asia kuin järjestelmää ei koskaan olisi otettu käyttöön. Tästä syystä varaston toimintaa on valvottava jonkin nimetyn henkilön toimesta; esimerkiksi pysyvätkö tyhjennysväylät vapaina tavarasta, onko nimikkeistön kriittisyysluokittelu ajan tasalla, onko varastointiratkaisut edelleen tarkoitukseen sopivia ja niin edelleen.

Käytännön uudistukset saattavat tuntua tätä kehityssuunnitelmaa ja opinnäytetyötä luokiessasi tuntua loogisilta, mutta yhtäkkiä varaston järjestyksen uudistuessa erilaiseen suuntaan se saattaa ihmetyttää normaalia varastotyöntekijää. Miksi ihmeessä tämä nimike siirretään varaston perimmäiseen nurkkaan, ja tilalle tuodaan raskas, paljon hyvällä paikalla olevaa hyllytilaa vievä lentokonelaite? Vastaus on koska nimike on yleistarvike, ja lentokonelaite on kriittisyysluokittelussa kriittiseksi arvioitu laite, joka on saatava varastosta vauhdilla ulos poikkeustilanteessa. On ilmeistä, miten tässä suunnitelmassa esiteltyt muutokset saattavat näyttää varastotyötä päivittäin tekevälle epäloogisina, ja jopa normaalia työntekoa haittaavana tai hidastavana. Osittain ne jopa käytännössä haittaavat työntekoa, jos verrataan lähtötilanteeseen; lopputulema on kuitenkin, että varasto on paremmin tyhjennettävissä poikkeustilanteessa ja arvokas nimikkeistö on lähellä ulko-ovea. Tästä saattaa käytännössä seurata se, että tiettyä usein kuluvaan varaosaa saattaa joutua hakemaan joitakin hyllyjä kauempaa kuin ennen uudistusta. Siksi on tärkeää, että muutoksista puhutaan ja niistä koulutetaan joka tason työntekijöitä.

8 POHDINTA

Työhön ja lentotekniikkalavueen lentoteknisen varaston toimintaan paneuduttaessa tuli heti kättelyssä selväksi, että varastossa on suuri määrä hukkaa; epäsiisteyttä, huonoja työolosuhteita ja varaston toimintaympäristön kannalta epäloogisia ratkaisuja. Tässä työssä nämä hukat on saatu kitkettyä suuressa laajuudessa, ja varasto on lähtökohtaansa nähden kokonaisvaltaisesti leanimpi. Tämän tilanteen ylläpitämiseksi, erityisesti 5S-silmukan jatkuva ylläpito on ensiarvoisen tärkeää – alun radikaalien muutosten lisäksi näiden muutosten ylläpitäminen normaalissa toiminnassa vaatii ponnistuksia.

Kuten teoriaosassa käsiteltäessä TPS:ää mainittiin, lean ei sisimmässään ole vain lean työkalujen, kuten 5S:n tai kaizenin käytännön käyttöönotto tai käyttäminen jokapäiväisessä työssä. Lean on sisimmässään koko organisaation käsittävä mentaliteetti ja filosofia. Satakunnan lennostossa on tehty jo hyvää työtä leanin parissa, ja organisaatio onkin matkalla oikeaan, leanimpaan, suuntaan. On kuitenkin varmistuttava, että kaikki organisaatiossa ymmärtävät uudistusten tarkoituksen, korkeinta johtoa myöten. Mitä korkeammalle organisaation henkilöstössä mennään, myös useimmiten sitä laajemmaksi mietinnän abstraktiotaso pitää mieltää; lennoston komentajaa tuskin kiinnostaa millä värillä ruuvinvääntimen haamukuva kannattaisi työpisteen työkaluseinälle piirtää.

Kaikki työssä esitetyt layout-vaihtoehdot ovat käytännössä kompromisseja; yhdistelmä leanin periaatteita, varastosuunnittelun standardeja, henkilökunnan toiveita ja maalaisjärkeä. Mikään vaihtoehdoista ei ole täydellinen. Siksi layout-vaihtoehdot on pyritty rakentamaan siten, että niitä voidaan tarvittaessa yhdistellä ja sekoittaa; toimisto voidaan vaikkapa pilkkoa useammaksi osaksi, tai hyllyalueita muokata tai kääntää. Yksi layout-vaihtoehto muutoksineen voidaan pilkkoa useampaan osaan, jotta osa asioista voidaan toteuttaa yhdellä budjettikaudella ja toiset muutokset toisella. Vaihtoehdot ovat siis vapaasti muunneltavissa ja ne ovat modulaarisia.

Tässä raportissa on erittäin laaja, ”valmiiksi pureksittu” teoriapohja käytännön uudelleenorganisointityön toteuttamiseksi joskus tulevaisuudessa. Pohjapiirroksiset sisältävät tarvittavan konkretian lähtökohdaksi, ja haastatteluista ja teoriaviitekehuksesta yhdistetyt parannusehdotukset pohjan laajemmille muutoksille varastossa. Kokonaisuudessaan toteutettuna, varaston uudistus tämän kehityssuunnitelman ja pohjapiirrosten pohjalta tekee

Satakunnan lennoston lentoteknisestä varastosta sellaisen korkean suorituskyvyn varaston, mitä sen kaltaiselta varastolta sen kaltaisessa toimintaympäristössä voidaan vaatia.

LÄHTEET

Bradbury, J. Graphic Products. N.d. What Is Kaizen? Luettu 11.2.2018
<https://www.graphicproducts.com/articles/what-is-kaizen/>.

Constructor Group 1. N.d. Paternoster-varastoautomaatti-referenssejä: Svenska Bil i Norden AB, Ruotsi - Kasten-Paternoster-varastoautomaatti-referenssi. Kuva. Luettu 25.2.2018. <http://www.kasten.fi/Referenssit/Pientavaran-varastot/PATERNOSTER/Svenska-Bil-i-Norden-AB-Ruotsi-/>.

Constructor Group 2. N.d. Pientavarahylly S90. Kuva. Luettu 12.3.2018.
<http://www.kasten.fi/Tuotteet/Pientavaran-kasittely/Kasten-pientavarahylly-S90/>.

Ergolift. N.d. Pinoamisvaunu akkukäyttöinen. Luettu 12.3.2018. <http://www.ergo-lift.fi/tuotteet/pinoamisvaunut-204/pinoamisvaunu-akkukayttoinen-12>.

Etra Oy. 2018. Lavahäkki EUR 1200 x 800 x 640. Kuva. Luettu 12.3.2018. <http://tuotteet.etra.fi/fi/g23472516/lavahakki-eur-1200-x-800-x-640>.

Graphic Products 1. N.d. 5S Program: Sort. Luettu 3.2.2018. <https://www.graphicproducts.com/articles/5s-program-sort/>.

Grycuk, A. 2007. 2S – simple floor marking. Kuva. Julkaistu 13.2.2007. Luettu 3.2.2018. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:5S_r%C4%99czny_w%C3%B3zek_paletowy.jpg.

Jungheinrich. 2018. EFG 213/215/216k/216/218k/218/220. Kuva. Luettu 12.3.2018.
<http://www.jungheinrich.fi/tuotteet/trukit/saehkoetrukki-varastoon/efg-213215216k216218k218220/>.

Ilmavoimat 1. N.d. Ilmavoimien historia: Tähistyslennoista monitoimihävittäjiin. Luettu 11.2.2018. <http://ilmavoimat.fi/ilmavoimien-historia>.

Ilmavoimat 2. N.d. Tietoa meistä: Ilmavoimat vastaa Suomen ilmapuolustuksesta. Luettu 11.2.2018. <http://ilmavoimat.fi/tietoa-meista>.

Karhunen J., Pouri R. & Santala J. 2008. Kuljetukset ja varastointi – järjestelmät, kalusto ja toimintaperiaatteet. 2. painos. Helsinki: Suomen Logistiikkayhdistys ry.

Laki puolustusvoimista 11.5.2007/551. Finlex. Luettu 11.2.2018. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2007/20070551>.

Lastiapu. 2009. Keräily- ja siirtovaunut: EK20. Kuva. Luettu 12.3.2018.
<http://www.lastiapu.fi/index.php?id=8>.

Lentoposti.fi. 2014. HävLLv 21:n 11 Hornetia jylisi yli Porin - näyttävä selfie Puolustusvoimien tulevalta komentajalta. Artikkelit. Julkaistu 6.6.2014. Luettu 18.2.2018.
http://www.lentoposti.fi/uutiset/havllv_21n_11_hornetia_jylisi_yli_porin_nayttava_selfie_puolustusvoimien_tulevalta_komentajalta.

Liker, J.K. 2006. Toyotan tapaan. 1. painos. Readme.fi.

Modig, N. & Åhlström P. 2016. Tätä on lean. Ratkaisu tehokkuusparadoksiin. 6. painos. Tukholma: Rheologica Publishing.

MOJ. Tukeutumislentueen päällikkö. Haastattelu 14.12.2017. Haastattelija Nieminen, O. Pirkkala. Satakunnan lennosto.

Nurkka, J. 2016. Satakunnan lennoston maalaitteiden huoltotoiminnan kehittäminen: Huoltovalmiusluettelo. Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma. Tampereen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Puolustusvoimat 1. N.d. Maanpuolustus kuuluu kaikille. Esite. Luettu 11.2.2018. http://puolustusvoimat.fi/documents/1948673/2267766/PV_Maanpuolustus_tasku-esite_0317_FI_www_final.pdf/423b217d-a12b-4a20-a013-a76efb535cef.

Puolustusvoimat 2. N.d. Satakunnan Lennoston organisaatio ja tehtävät. Luettu 11.2.2018. <http://ilmavoimat.fi/satakunnan-lennosto/tietoa-meista>.

Pääsikunnan henkilöstöosasto. 2015. Puolustusvoimien henkilöstrategia. Luettu 11.2.2018. http://puolustusvoimat.fi/documents/1948673/2267766/PEVIESTOS-HESTRA_Julkaisu.pdf/8d909e64-5538-4366-b7fc-ba6f2c80c9bf.

Rocla Solutions Oy. 2018. Istuen ajettava tukipyörätrukki. Kuva. <http://www.rocla.fi/pi-noamistrukki/istuen-ajettava-tukipyoratrucki>.

Rotator. N.d. Atlet by UniCarriers työntömastotrukit. Kuva. Luettu 12.3.2018. <https://www.rotator.fi/koneet/trukit-ja-kurottajat/trukit/atlet-tyontomastotrukit/>.

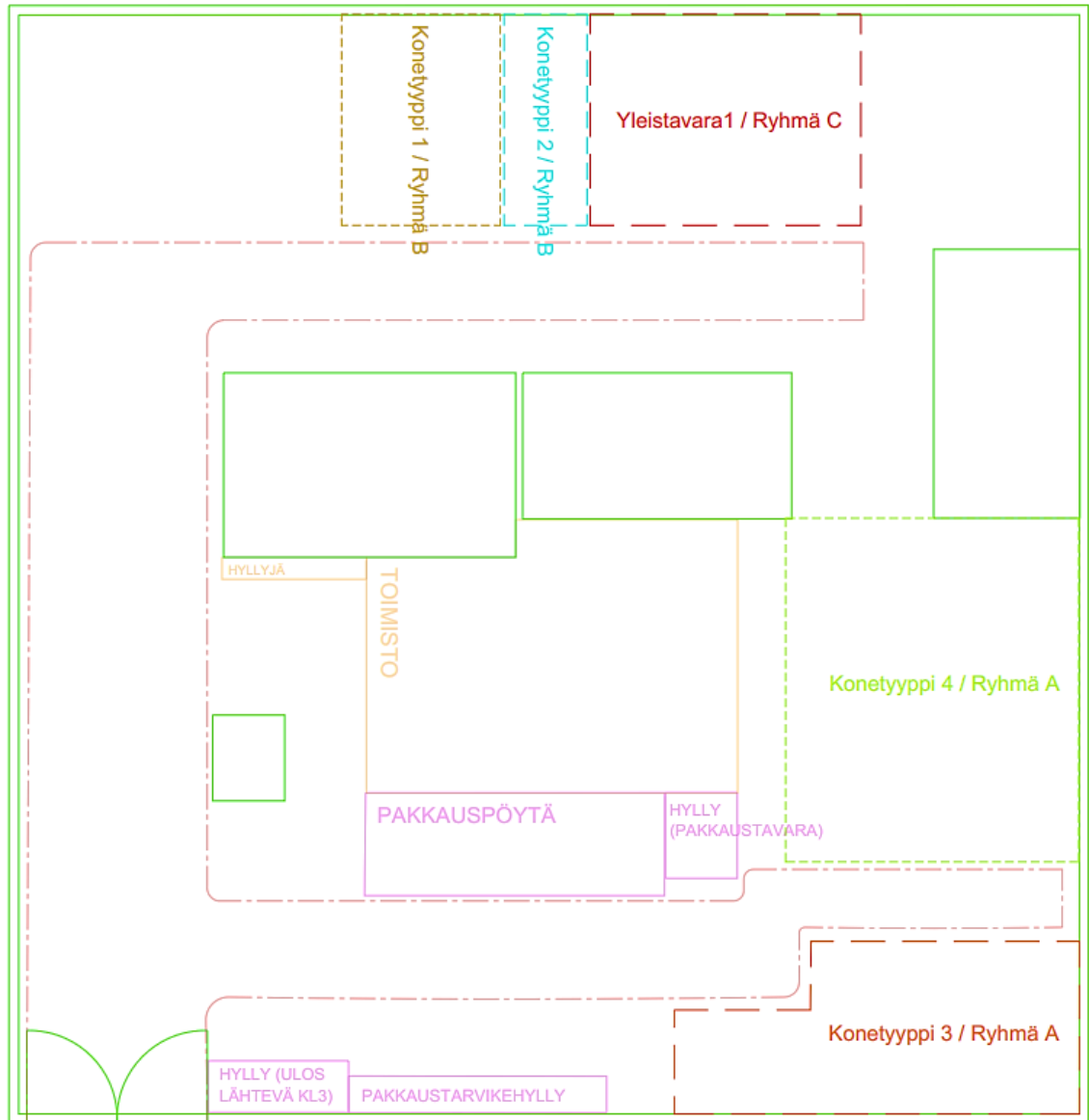
Satakunnan lennoston esittely 2015. Powerpoint.

TJ-Ferrum Oy. 2016. RULLAKKO 84 CM X 64 CM. Kuva. Luettu 12.3.2018. <http://tj-ferrum.fi/tuotteet/rullakko-2/>.

Vaitti, R. 2017. Leanin soveltaminen maalaitteiden kunnossapitoon. Konetekniikan koulutus. Tampereen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

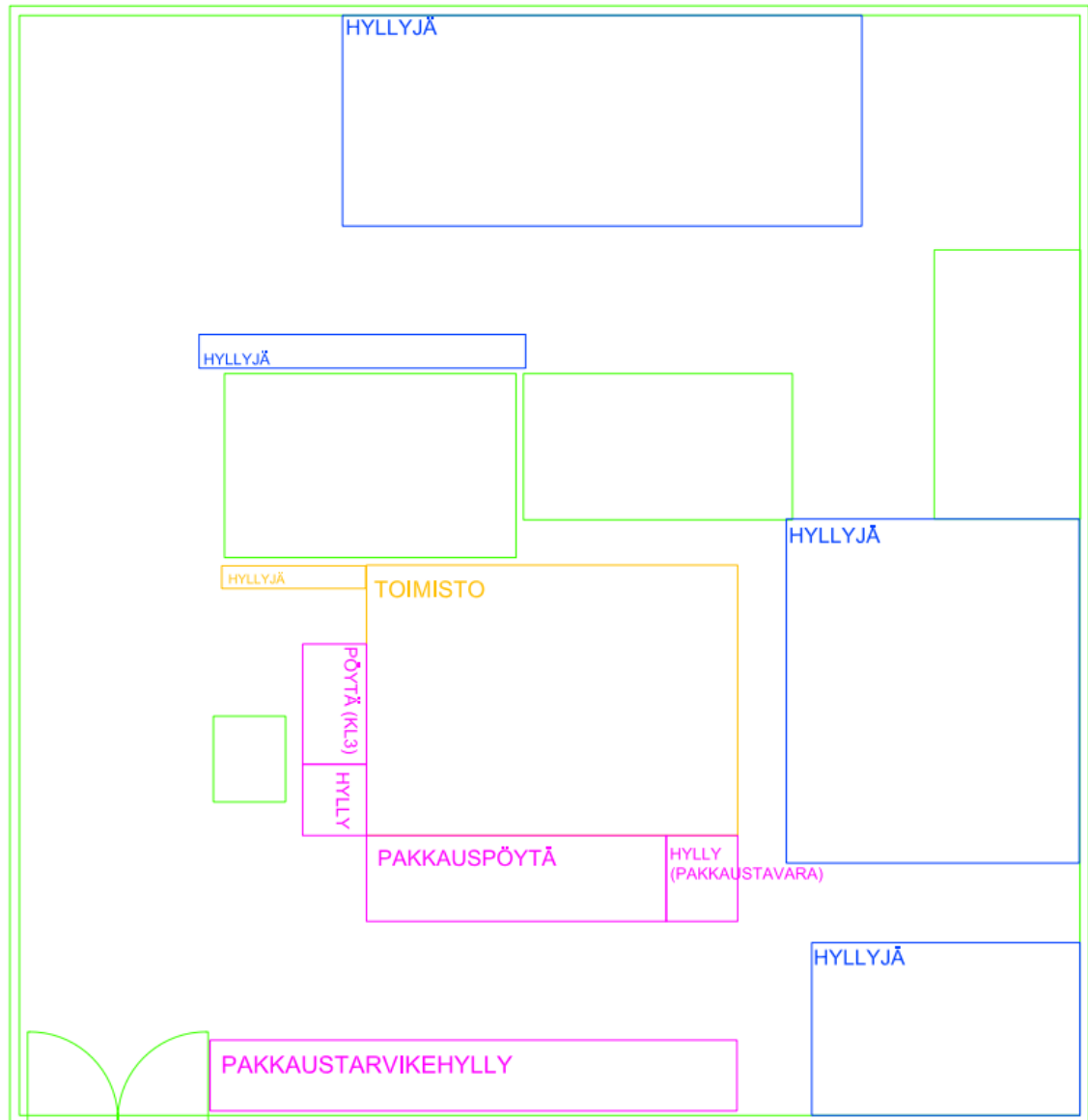
LIITTEET

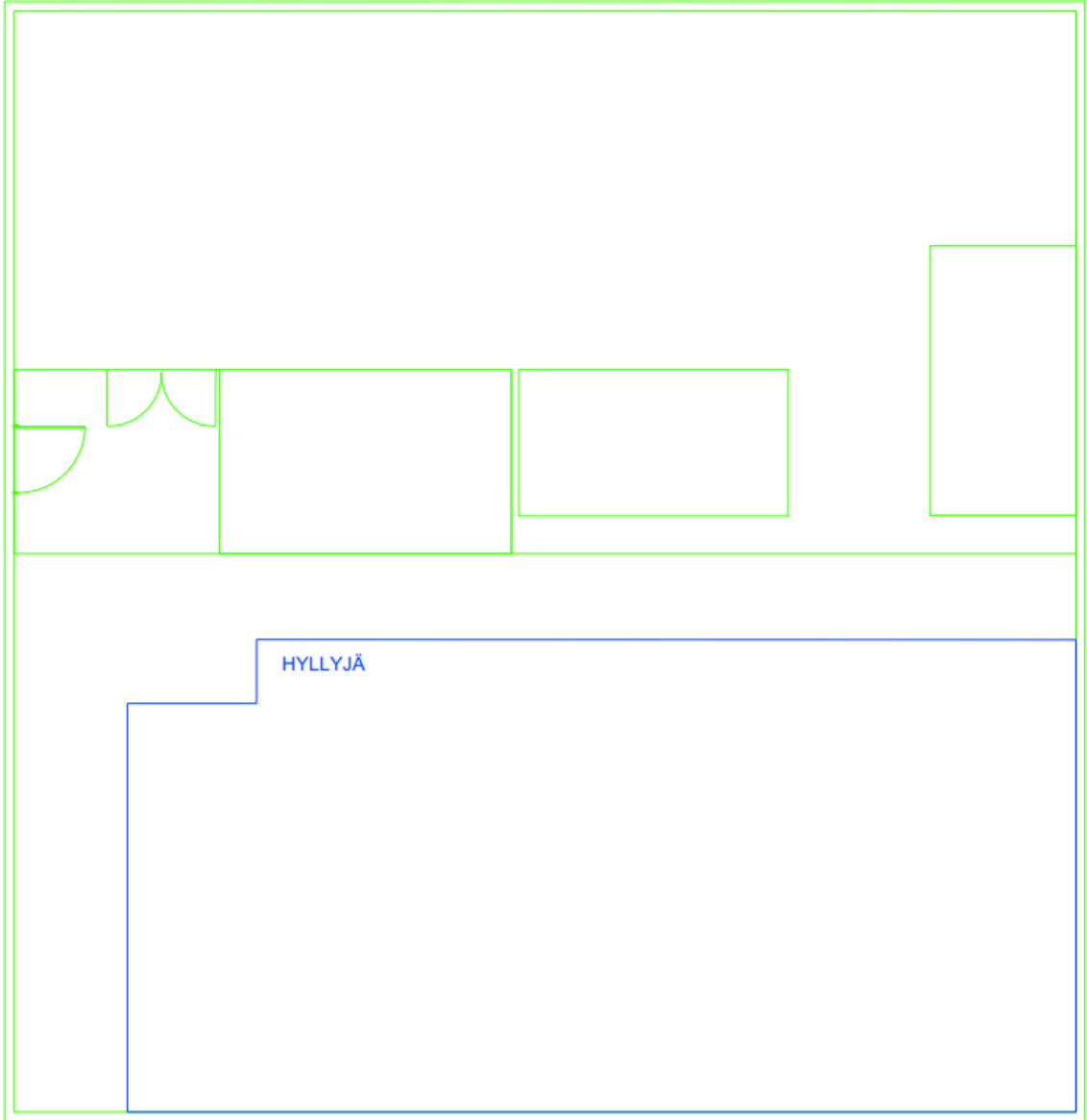
Liite 1. Konetyyppi- ja kriittisyysjaottelun periaatepohjapiirros



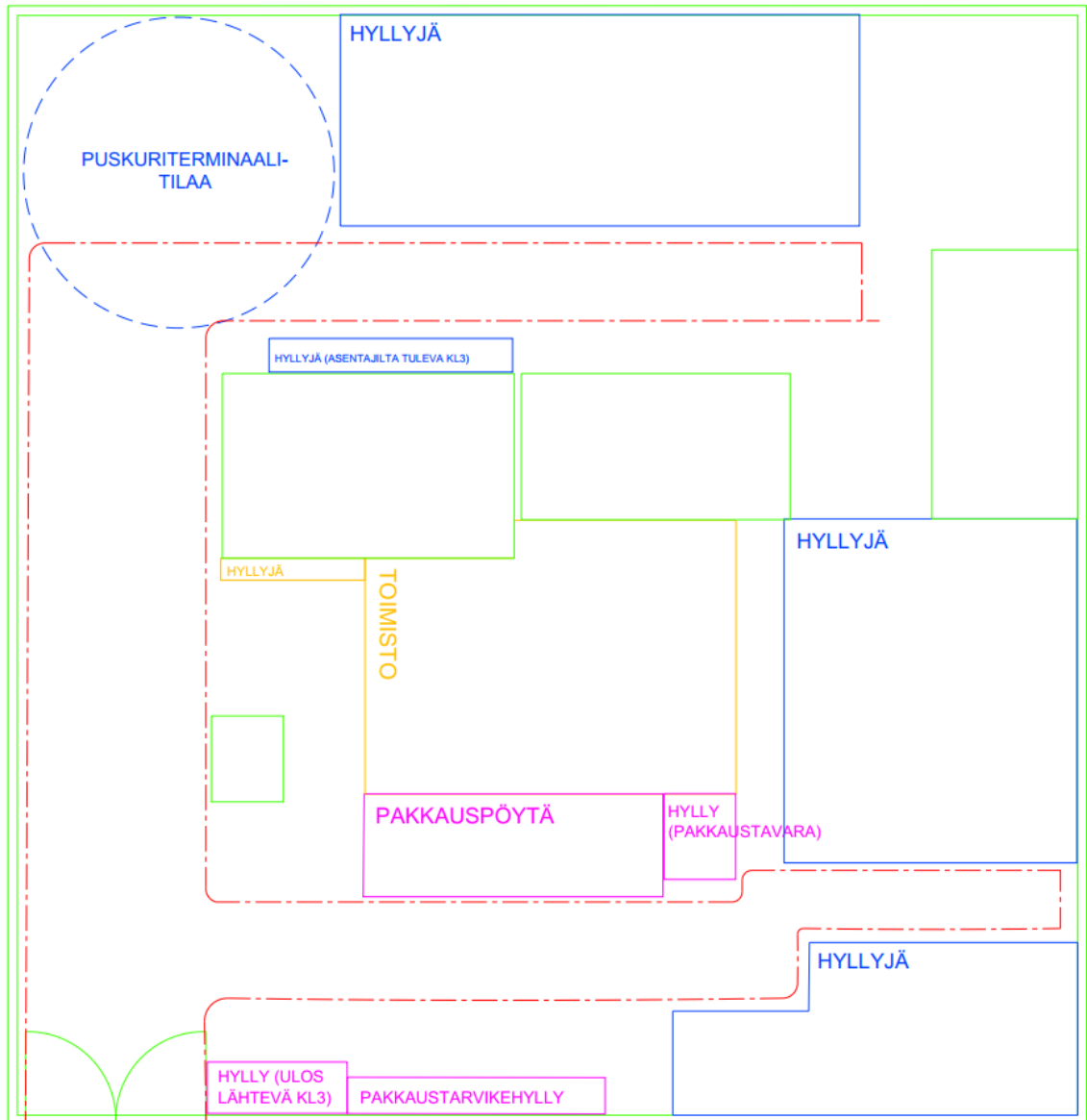
Liite 2. Varaston layoutin lähtökohta

1 (2)

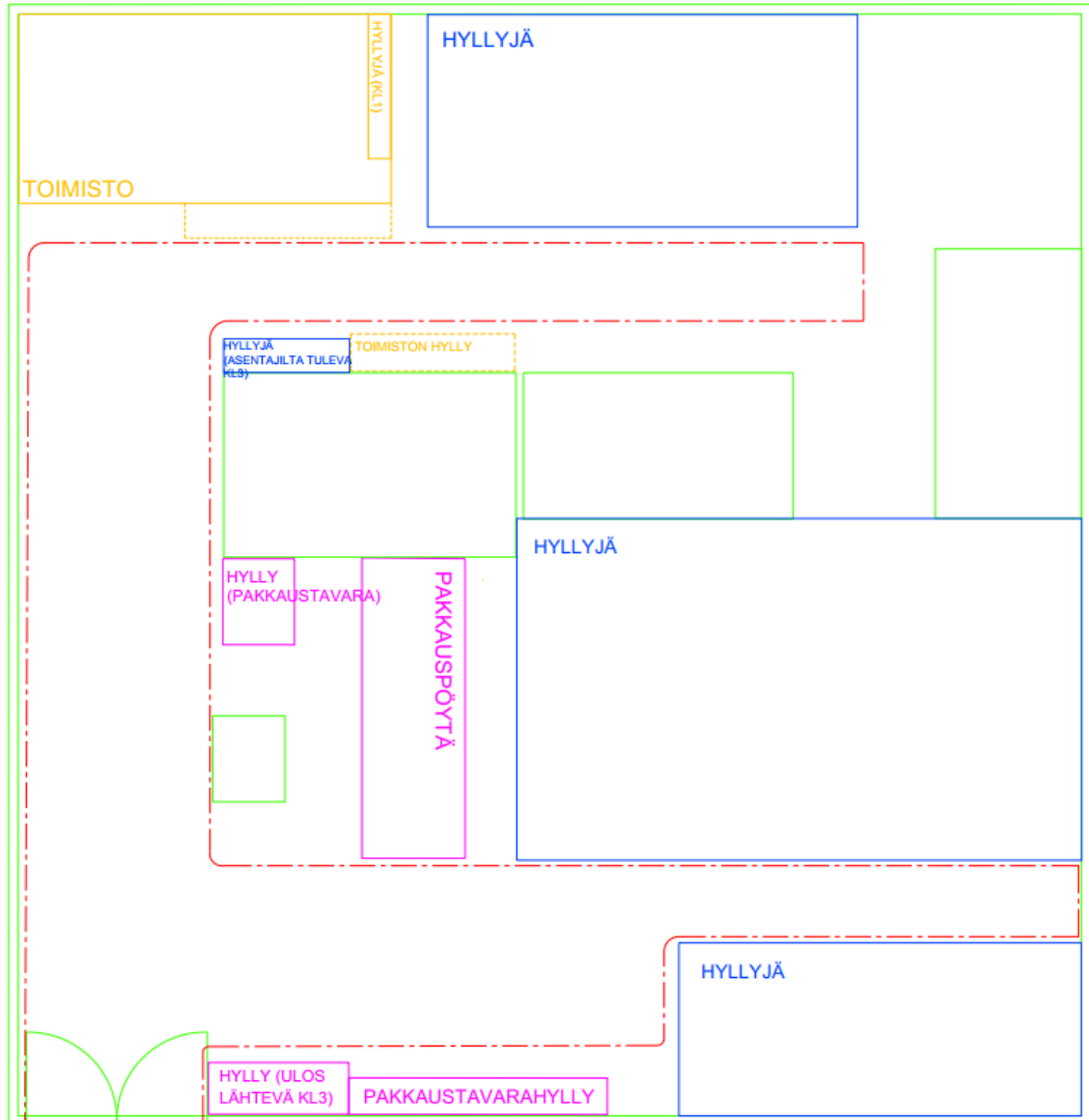




Liite 3. Varaston layout-uudistus, vaihtoehto 1



Liite 4. Varaston layout-uudistus, vaihtoehto 2



Liite 5. Varaston layout-uudistus, vaihtoehto 3

